



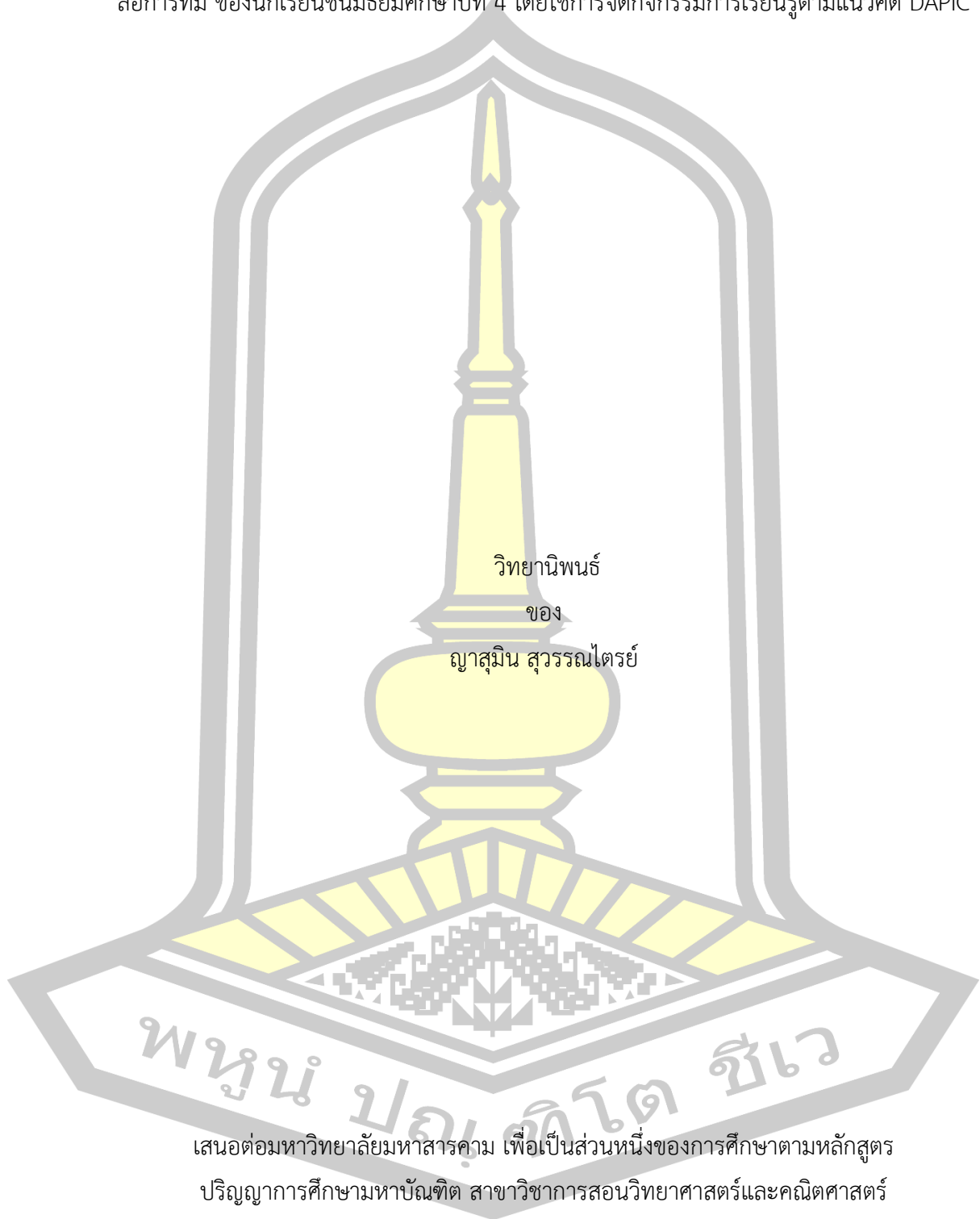
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน
ลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

วิทยานิพนธ์
ของ
ญาสุมิน สุวรรณไตรย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน
ลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC



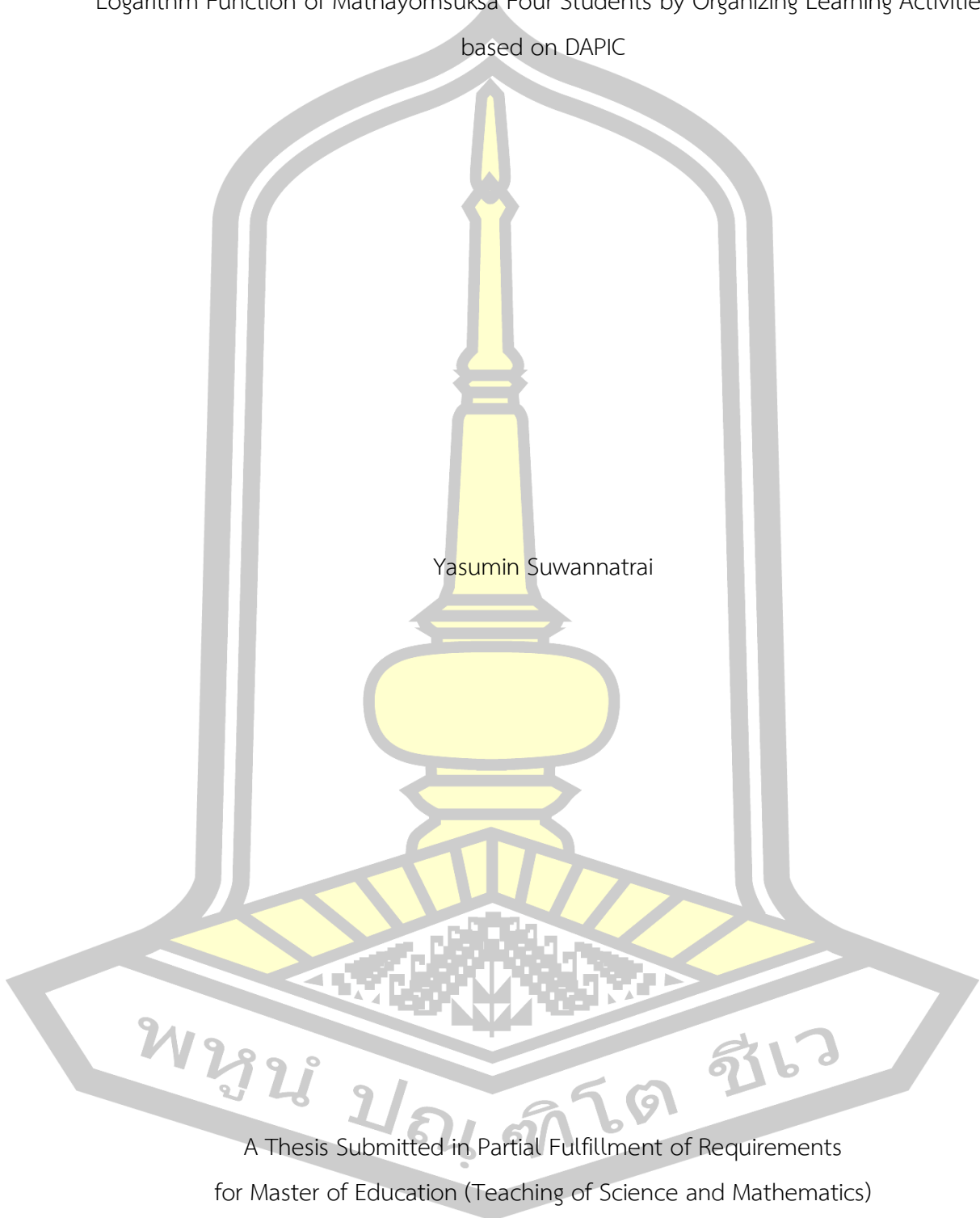
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Mathematical Problem Solving Ability and Learning Achievement in
Logarithm Function of Mathayomsuksa Four Students by Organizing Learning Activities
based on DAPIC

Yasumin Suwannatrai



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

October 2020

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวญาสุมิน สุวรรณไตรย์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. วราพร เอรารวรรณ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC		
ผู้วิจัย	ญาสุมิน สุวรรณไตรย์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

บทคัดย่อ

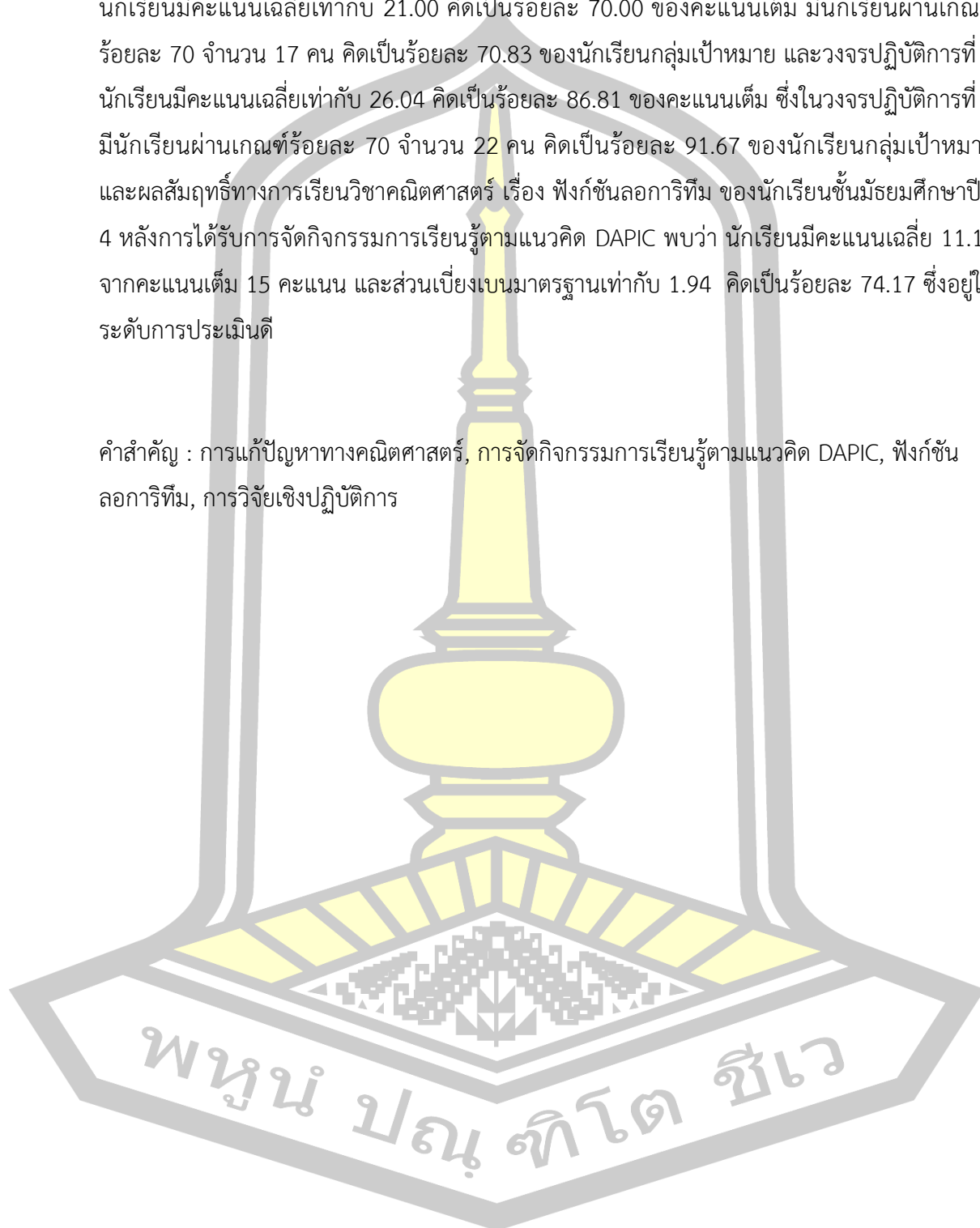
การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 3 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - 6 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 - 9 ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 70.56 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์

ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 คิดเป็นร้อยละ 86.81 ของคะแนนเต็ม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี

คำสำคัญ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC, ฟังก์ชันลอการิทึม, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ



TITLE	Development of Mathematical Problem Solving Ability and Learning Achievement in Logarithm Function of Mathayomsuksa Four Students by Organizing Learning Activities based on DAPIC		
AUTHOR	Yasumin Suwannatrai		
ADVISORS	Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2020

ABSTRACT

This research is the action research. The proposes of this study were 1) to develop the mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 4 students by organizing learning activities based on DAPIC to achieve the criteria 70 percent, and 2) to study the students' learning achievement. The target group is 24 students of Mathayomsuksa 4 students in the academic year 2019 from Sarakhampittayakhom School, Muang, Maharakham. They were selected by using the purposive sampling of 1 classroom. The research instruments were : 1) 9 lesson plans of the organizing learning activities based on DAPIC, 2) There are 3 sets of the mathematical problem solving ability test, and 3) Learning achievement in logarithm function test. The statistical techniques are applied to analyses the data such as mean, percentage and standard deviation.

The results were as follows :

1) the mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 4 students by organizing learning activities based on DAPIC. The average for the first, second, third groups are 70.56, 70.00, 86.81 percent, respectively. Especially, for the third group, each of student's score is higher than 70 percent. Moreover, the mathematical skills have improved for every group.

2) The students' learning achievement after organizing learning activities based on DAPIC, students have an average of 11.13 from full score of 15 and a standard deviation of 1.94, representing 70 percent, which is in good level.

Keyword : The mathematical problem solving, Organizing learning activities based on DAPIC, Logarithm function, Action research



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย ความกรุณาและช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้ศึกษาค้นคว้าจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ญาสุมิน สุวรรณไตรย์

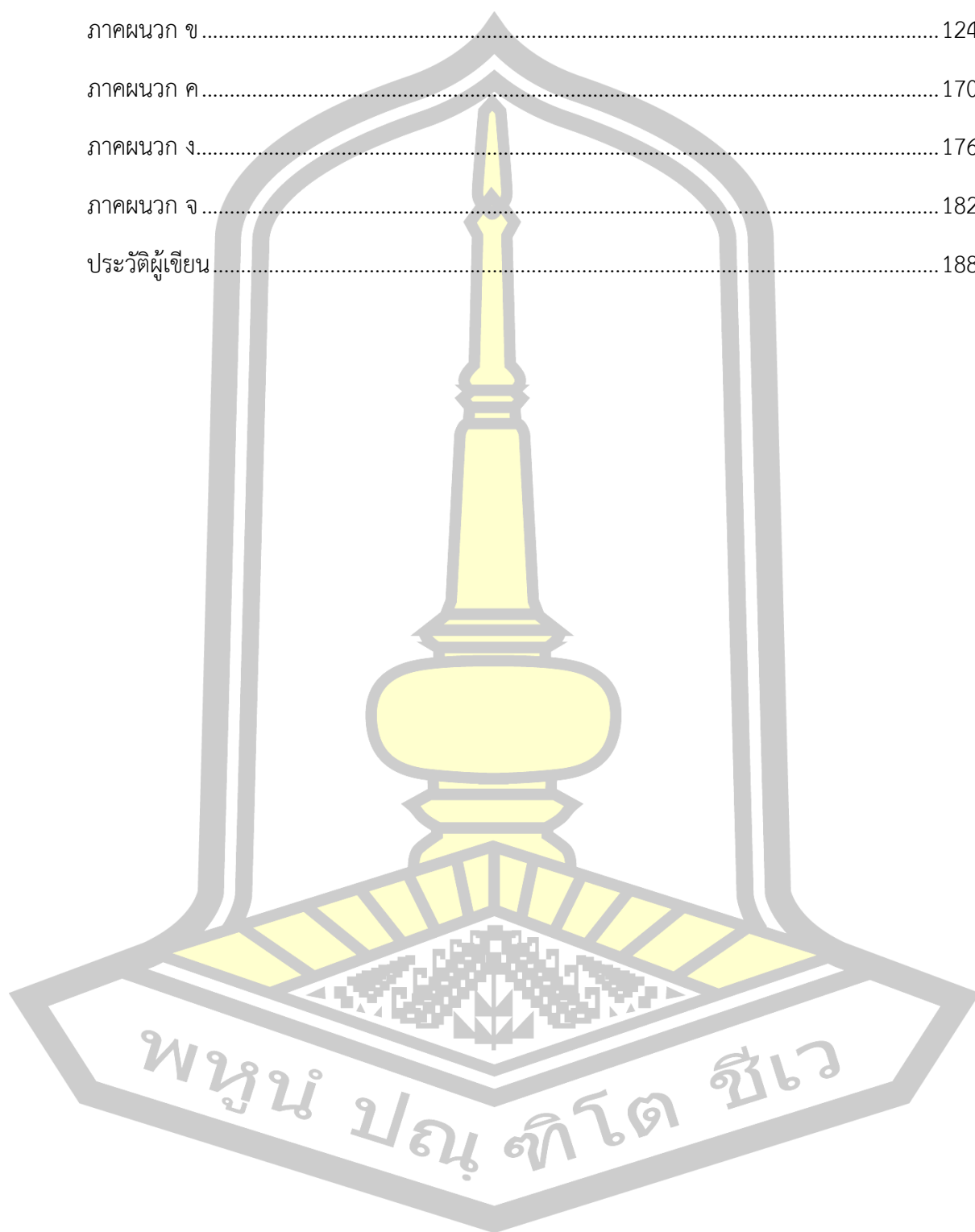
พูน ปณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฉ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีภาพประกอบ.....	ฐ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2.....	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	9
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	12
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	29
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC.....	36
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด.....	42

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	46
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
บทที่ 3.....	57
วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
กลุ่มเป้าหมาย.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
รูปแบบของการวิจัย.....	59
การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	60
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	74
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
บทที่ 4.....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
บทที่ 5.....	107
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	107
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	107
สรุปผล.....	107
อภิปรายผล.....	108
ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	121

ภาคผนวก ก.....	122
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	170
ภาคผนวก ง.....	176
ภาคผนวก จ.....	182
ประวัติผู้เขียน.....	188

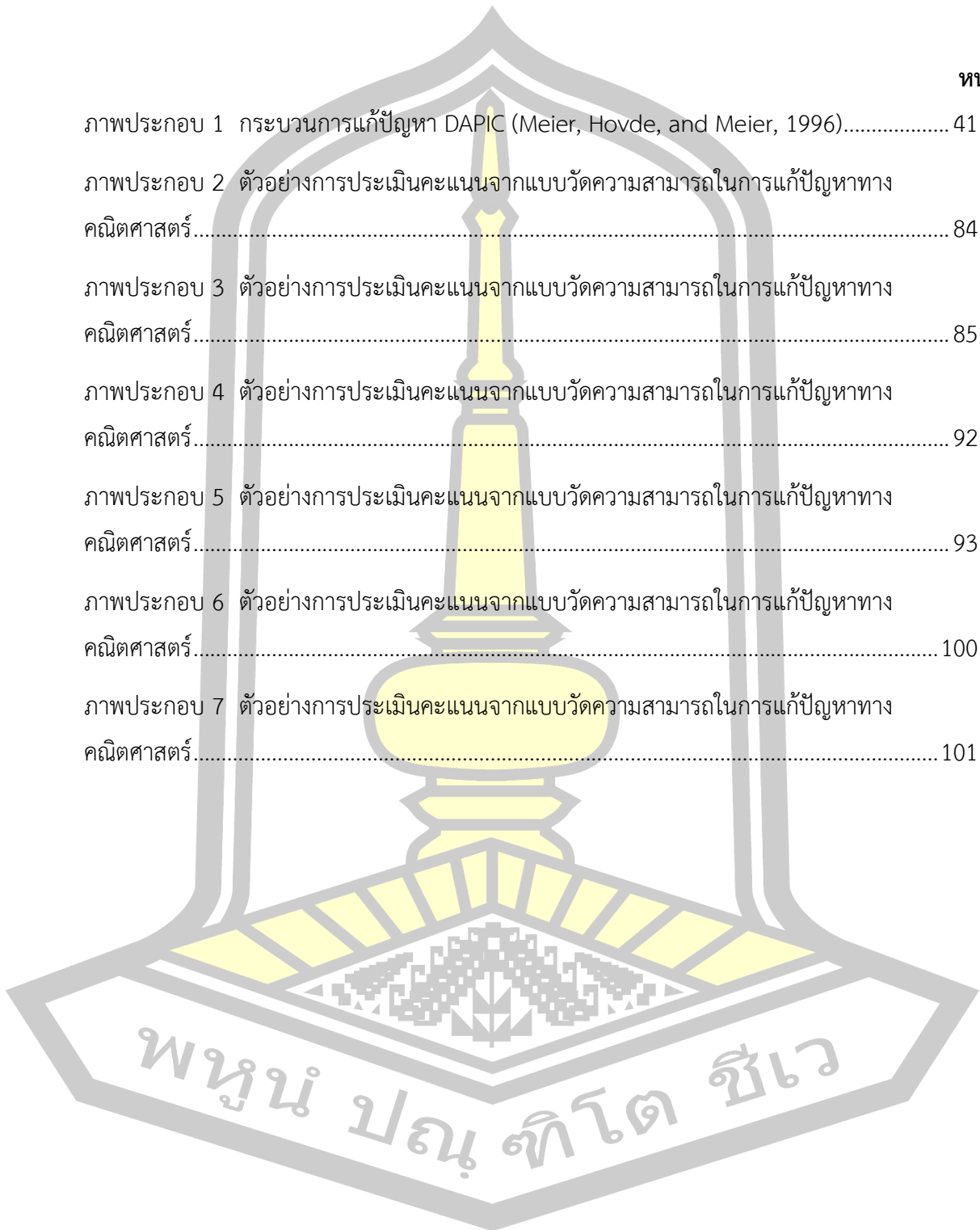


บัญชีตาราง

	หน้า
ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินผลแบบแยกองค์ประกอบของสิริพร ทิพย์คง.....	23
ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวมของสถาบัน..	25
ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยของสถาบัน .	26
ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย	27
ตาราง 5 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเบสท์.....	35
ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น .	57
ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง.....	61
ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัด	68
ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ .	71
ตาราง 10 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ	74
ตาราง 11 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	82
ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหากจากวงจรปฏิบัติการที่ 1	88
ตาราง 13 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	90
ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหากจากวงจรปฏิบัติการที่ 2	96
ตาราง 15 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	98
ตาราง 16 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	103
ตาราง 17 แสดงผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ...	105

บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC (Meier, Hovde, and Meier, 1996).....	41
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	84
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	85
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	92
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	93
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	100
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	101



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดมีความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องสัมพันธ์และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์เป็นการสื่อความเข้าใจที่เป็นสากล คณิตศาสตร์เป็นทักษะชีวิตที่ต้องใช้ทั้งในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่สำคัญของการเป็นมนุษย์ที่ดี ดังนั้น การจัดการศึกษาซึ่งมีความมุ่งหมายเพื่อให้คนเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข สามารถใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในสังคมคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่ไม่ได้ขาดได้อย่างแน่นอนในการดำรงชีวิตทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา (ยุพิน พิพิธกุล, 2545) การแก้สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบ โดยไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ยังไม่เคยพบมาก่อน หรืออาจเป็นปัญหาในอดีต ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ดังนั้นการหาคำตอบจะต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เข้ามาแก้ปัญหา

การเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม จากการสอบถามพูดคุยกับคุณครูสวัสดิ์ จันทร์มนตรี ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในวันที่ 14 ธันวาคม 2562 กล่าวว่า ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนหนึ่งคือตัวนักเรียนเอง และปัญหาที่พบมากเรื่องหนึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงแนวคิดหรือ

วิธีการแก้ปัญหาได้ ขาดความรู้พื้นฐาน ไม่ทบทวนบทเรียน ซึ่งโรงเรียนสารคามพิทยาคมจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ จากการศึกษาสังเกตการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน ปัญหาที่พบบคือนักเรียนส่วนมากไม่เข้าใจเนื้อหา อ่านโจทย์หรือข้อความปัญหาไม่เข้าใจ วิเคราะห์ปัญหาโจทย์ไม่เป็น ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งนับเป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) นอกจากนี้ นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่รู้ว่าจะเริ่มแก้ปัญหาจากตรงไหน ขาดความรอบคอบในการคิดคำนวณ จึงทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดอยู่บ่อยครั้ง

จากข้างต้นที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักเรียนมีปัญหาในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงควรจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติในการทำกิจกรรม ซึ่งต้องอาศัยแนวคิดในการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด DAPIC เป็นวิธีสอนอย่างหนึ่งที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลมุ่งให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยนำกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC มาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนามาจากหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี IMaST ของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา เป็นกระบวนการสำหรับนำไปใช้ในการสอนเพื่อแก้ปัญหาทั้งในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Meier, Hovde, and Meier, 1996) DAPIC มี 5 องค์ประกอบคือ 1) การระบุปัญหา (Define) 2) การประเมินปัญหา (Assess) 3) การวางแผนการแก้ปัญหา (Plan) 4) การดำเนินการตามแผน (Implement) 5) การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป (Communicate) จุดเด่นของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านเทคนิค Think – Pair – Share พบว่าเป็นเทคนิคที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างเสรี ให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมการแสดงความคิดเห็น ก่อนที่จะได้แนวคิดจากผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำถามของครูและให้นักเรียนแต่ละคนคิด แล้วให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อนในห้อง เพื่ออภิปรายความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้น หลังจากนั้นให้นำเสนอกลุ่มใหญ่ แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ซึ่งวิธีนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็น (สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์, 2544) ซึ่งเทคนิค Think-Pair-Share ประกอบ

ไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่ 1) Think เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ 2) Pair เป็นขั้นตอนที่สองที่จะให้ผู้เรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา และ 3) Share เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ (Byerley, 2002) เทคนิค Think – Pair – Share จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดและทักษะการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ กล้าแสดงความคิด ฝึกทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเองเข้าใจ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกันและช่วยเหลือกัน และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในหลายสถานะแทนที่นักเรียนจะเรียนรู้จากครูเพียงคนเดียวก็ได้เรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน โดยดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริงหรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ซึ่งขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนมีดังนี้ 1) ขั้นวางแผน เป็นการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข วางแผนสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง 2) ขั้นปฏิบัติการ เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนมาดำเนินการลงมือปฏิบัติมีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่นๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น 3) ขั้นสังเกตการณ์ เป็นการติดตามผลปฏิบัติการ โดยรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทั้งการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง 4) ขั้นสะท้อนผล เป็นการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ตรวจสอบปัญหา เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการจัดกิจกรรมนำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติการต่อไป (Kemmis & McTaggart, 1988)

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน ต้องการศึกษาค้นคว้าผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนในการเรียนการสอนหลักสูตรต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นต่อไป
2. เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับครูที่เน้นทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา
3. เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาวิธีสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น
4. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและมีกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/9 จำนวน 24 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

- 2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC
- 2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 9 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 11 กุมภาพันธ์ – 28 กุมภาพันธ์ 2563

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

4.1 บทนิยามของฟังก์ชันลอการิทึม	จำนวน 2 คาบ
4.2 การหาค่าลอการิทึม	จำนวน 3 คาบ
4.3 การเปลี่ยนฐานลอการิทึม	จำนวน 1 คาบ
4.4 สมการลอการิทึม	จำนวน 1 คาบ
4.5 การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม	จำนวน 2 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ สามารถเริ่มที่ขั้นใดก็ได้ และสามารถข้ามบางขั้นหรือใช้บางขั้นซ้ำได้ โดยผู้แก้ปัญหต้องพิจารณาตามลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 Define ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเริ่มจากการใช้คำถาม การเรียนรู้ศัพท์ใหม่หรือเนื้อหาใหม่ กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านโจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 2 Assess ครูให้นักเรียนประเมินปัญหา ว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้มาจากประสบการณ์ เพื่อจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 Plan ครูให้นักเรียนวางแผนวิธีการแก้ปัญหา นำข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้ในการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตัวเอง ซึ่งครูอาจช่วยแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 Implement ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ โดยใช้ความรู้ หลักการ กฎ หรือสูตรต่างๆ ในการดำเนินการ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงแผนให้มีความเหมาะสมมากขึ้นหรือเปลี่ยนแผนใหม่เมื่อคำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 5 Communicate ครูให้นักเรียนนำผลการดำเนินการมาวิเคราะห์และสรุป นำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันกับเพื่อนในชั้นเรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของ นักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่างๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หลังจากผู้เรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่วัดเป็นค่าคะแนนจากแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดย พิจารณาจากความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การหาแนวทางการ แก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่พัฒนาขึ้นจากผลของ การเรียนการสอน การฝึกฝน และประสบความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับ หลังจากการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมความสามารถในด้านความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ สามารถวัดได้จากการ ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 15 ข้อ ก่อนและหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ประเมินโดยใช้สถิติเทียบ เกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งประกอบไปด้วย 8 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดีมาก ดี ค่อนข้างดี น่าพอใจ พอใช้ ผ่าน เกณฑ์ขั้นต่ำ และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 คุณภาพผู้เรียน

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.4 สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.6 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

4.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

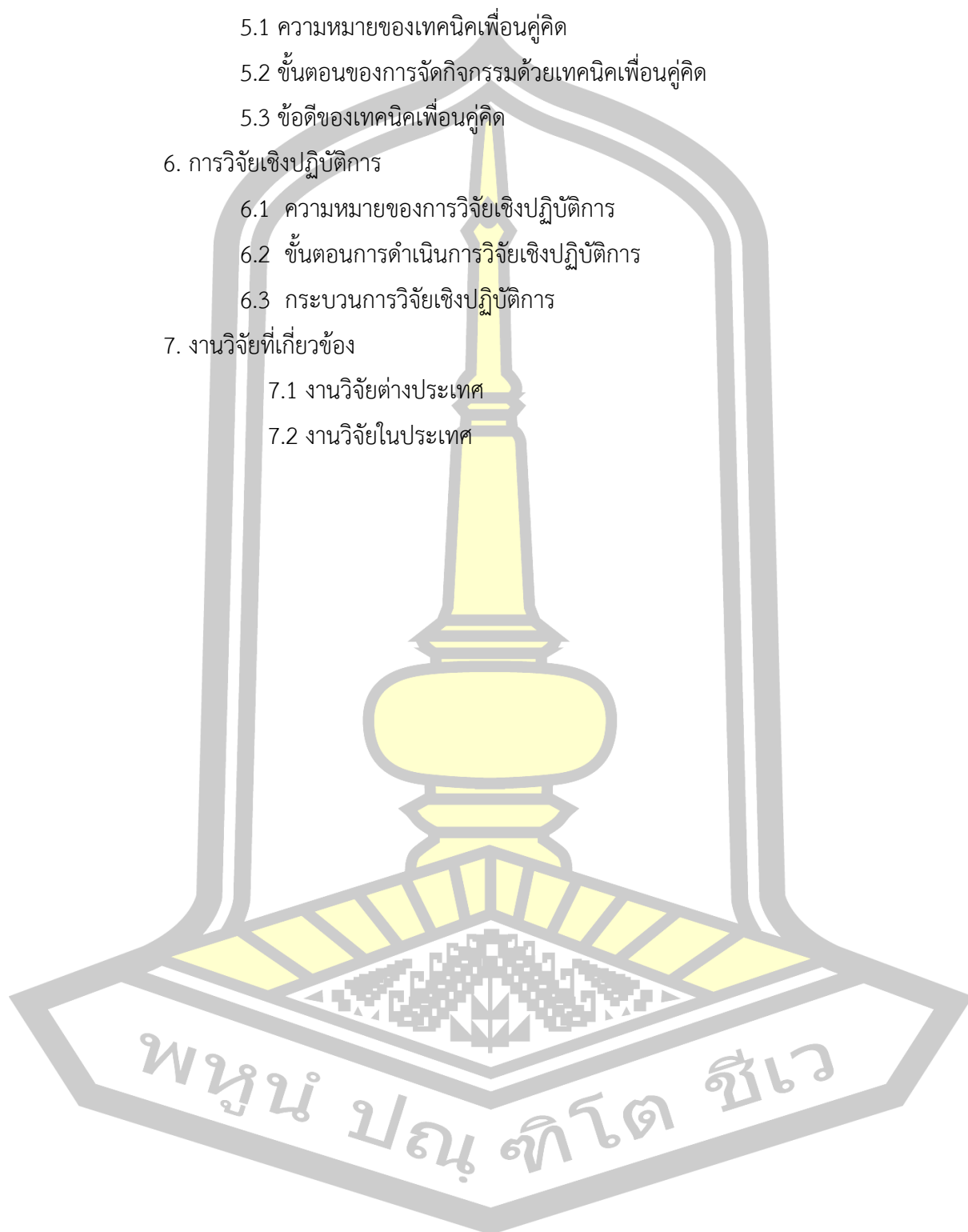
1. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

2. การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

3. วงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชีวฮาร์ท

4.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 5.1 ความหมายของเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 5.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 5.3 ข้อดีของเทคนิคเพื่อนคู่คิด
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 - 6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 - 6.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 - 6.3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยในประเทศ



1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 คุณภาพผู้เรียน

เมื่อจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

- 1) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- 2) เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้
- 3) นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน
- 4) เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ
- 5) เข้าใจและใช้สมบัติจำนวนจริงและพหุนาม
- 6) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ
- 7) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์
- 8) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์
- 9) เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน
- 10) นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้
- 11) เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้นการเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้
- 12) เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ
- 13) หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปการแจกแจงทวินามและการแจกแจงปกติและนำไปใช้
- 14) นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

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 อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง

3) การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4) การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5) การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง เพื่อพัฒนาองค์ความรู้

1.4 สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

คณิตศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติ และความน่าจะเป็น รวมทั้งสาระแคลคูลัส ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้จัดทำขึ้นให้มีเนื้อหาสาระที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในการเพิ่มเติมมี 2 ลักษณะคือเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้งได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิต และสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส โดยกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระสำหรับผู้เรียนดังนี้

สาระจำนวนและพีชคณิต

1. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้
2. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้
3. ใช้นิพจน์สมการอสมการและเมทริกซ์อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหที่กำหนดให้

สาระการวัดและเรขาคณิต

1. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
2. เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

1. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระแคลคูลัส

1. เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

Anderson & Pingry (1973) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือเป็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาจะทำให้ต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกันไป

Anderson & Ball (1978) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า สถานการณ์ใดๆ จะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลใดถ้าเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์ใดๆ จะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลใดถ้าเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ทันทีทันใด การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้หาคำตอบนั้น

กำจร มณีแก้ว (2539) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งจะอยู่ปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

ยุพิน พิพิธกุล (2542) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบ โดยไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ยังไม่เคยพบมาก่อน หรืออาจเป็นปัญหาในอดีต ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ดังนั้นการหาคำตอบจะต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์เข้ามาแก้ปัญหา

2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Reys Suydam and Lindquist (1995) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์การพิจารณา ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ประเภทปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวและมีวิธีการเดียวในการหาคำตอบ

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้จัดขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา สรุปปัญหาในภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร ในการทำความเข้าใจปัญหาต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปเข้ามาและหลายๆ มุมมองแล้วสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วนำความสัมพันธ์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการแก้ปัญหาไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน ใช้ทักษะการคำนวณและเลือกใช้วิธีคำนวณที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจสอบคำตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

Krulik and Reys (1977) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าอะไรที่ไม่รู้ และสิ่งที่โจทย์บอกมีอะไรบ้าง
2. วางแผนในการแก้ปัญหาคือต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับตัวที่ไม่ทราบค่า

ทราบค่า

3. ดำเนินการตามแผน ควรตรวจสอบทีละตอนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่าทำข้าม

ขั้นตอน

4. ขั้นตรวจสอบ ตรวจสอบดูอีกครั้งว่าใช้ข้อมูลหมดหรือยัง ใช้ได้ดีหรือยัง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไร มีความรู้เรื่องใดเกี่ยวข้องบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. ขั้นวางแผน พิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด อย่างไร และเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาและประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาเอง

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วจึงลงมือปฏิบัติจนได้คำตอบ

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาคำตอบ มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

ชมนาค เชื้อสุวรรณทวี (2542) ได้สรุปกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามหาอะไรและให้ข้อมูลอะไรบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร ข้อมูลต่างๆเกี่ยวข้องกันอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหา โดยนำเกณฑ์และหลักการทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ต้องคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมสามารถตรวจสอบวิธีการและคำตอบได้

อัมพร ม้าคะนอง (2553) กล่าวว่า แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการ เพื่อให้สื่อความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ มีรายละเอียดดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน

Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและวางแผนการดำเนินงาน

Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุปและสื่อสาร

ศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Center for Mathematics Science and Technology, 1998) อ้างถึงใน วรกมล บุญรักษา (2561) ได้กล่าวขั้นตอนในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ในขั้นนี้อาจใช้การถามคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น การเรียนรู้ศัพท์ใหม่หรือเนื้อหาใหม่ โดยทั่วไปแล้วปัญหามักถูกกำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 Access เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ระบุเงื่อนไข หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้มาจากประสบการณ์

ขั้นที่ 3 Plan เป็นการวางแผนการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและวางแผนการดำเนินงาน

ขั้นที่ 4 Implement เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ปฏิบัติตามแผนดำเนินงาน วางไว้พร้อมทั้งมีการปรับปรุงแผนให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

ขั้นที่ 5 Communicate เป็นการสรุป วิเคราะห์ ประเมินผลการดำเนินการและสื่อสาร เพื่อแลกเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกับผู้อื่น โดยประเมินความถูกต้องและสอดคล้องของผลลัพธ์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการเขียนรายงานหรือการนำเสนอปากเปล่า หรือการสรุปผลโครงการ

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องนำความคิดรวบยอด ทักษะการคำนวณ หลักการ กฎหรือสูตรต่างๆ มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

2.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1957) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดความสามารถใน 4 ด้าน คือ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการขึ้นวางแผนการแก้ปัญหา ความสามารถในการขึ้นดำเนินการแก้ปัญหา และความสามารถในการตรวจสอบผล

1. ทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาที่กำหนดให้ โดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้

2. วางแผนการแก้ปัญหา (devising a plan) เป็นขั้นที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ได้แก่ การเขียนวิธีหรือขั้นตอน หรือแผนผังแสดงการแก้ปัญหา หรือประโยคทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. ดำเนินการแก้ปัญหา (carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือการคิดคำนวณตามยุทธวิธีหรือแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาก่อนการตรวจสอบ

4. การตรวจสอบ (looking back) เป็นขั้นการวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ของขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา รวมถึงการประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่

Suydam (1990) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

Stephen and Rudnick (1993) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้ประยุกต์กับสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างออกไปจากเดิม

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยวัดได้จากการตอบคำถามในแต่ละขั้น ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การคิดวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ปัญหา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบผล

โดยผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้เพียงพอ

1. ภาษา ผู้เรียนจะต้องมีทักษะ 3 ด้าน คือ

1.1 ทักษะการอ่าน สามารถอ่านได้คล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้ ถูกต้อง ทั้งการอ่านในใจและการอ่านออกเสียง

1.2 ทักษะการเก็บใจความ เมื่ออ่านข้อความของปัญหาแล้วสามารถแบ่งข้อความของปัญหาได้ว่าตอนใดเป็นสิ่งที่กำหนดให้ ตอนใดเป็นสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ

1.3 ทักษะการเลือกใช้ข้อความหรือคำ ผู้เรียนต้องสามารถอธิบายความหมายของคำต่างๆ อย่างชัดเจน ทั้งคำที่เรียนไปแล้วและคำใหม่ เลือกใช้ได้ถูกต้องตามเจตนารมณ์ของปัญหา

2. ความเข้าใจ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะ 3 ด้าน คือ

2.1 ทักษะจับใจความ เมื่ออ่านปัญหาหลายๆ ครั้งแล้ว สามารถจับใจความได้ว่าเป็นเรื่องอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง ปัญหาต้องการทราบอะไร

2.2 ทักษะตีความ เมื่ออ่านปัญหาแล้ว สามารถตีความและแปลความได้ เช่น แปลความจากปัญหา เป็นประโยคสัญลักษณ์ การบวก การลบ การคูณ และการหารได้

2.3 ทักษะแปลความ ประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากการแปลความ จากปัญหานั้นต้องสามารถสร้างปัญหาใหม่ในลักษณะเดียวกันได้อีกมากมายและหลากหลาย

3. การคิดคำนวณ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนการยกกำลัง การแก้สมการเป็นอย่างดี สามารถบวก ลบ คูณ หารจำนวนยกกำลังจำนวนต่างๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

4. การย่อความสรุปความ ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนทักษะ 2 ด้าน คือ

4.1 ทักษะการย่อความ เพื่อเขียนข้อความจากปัญหาในลักษณะย่อความให้รัดกุมชัดเจน ครบถ้วนตามประเด็นสำคัญ

4.2 ทักษะการสรุปความ สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้มาเป็น ความรู้ใหม่ถูกต้อง สามารถเขียนแสดงวิธีทำได้ทุกบรรทัดอย่างชัดเจน รัดกุมและสื่อความหมายแก่ ผู้ตรวจสอบ

5. ผีกทักษะการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนทักษะตามตัวอย่างตามหนังสือเรียน และจากการแปลความปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์

อัมพร ม้าคะนอง (2553) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใดและ ประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและ ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบ และกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ใน ชีวิตจริง

9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนมักจะต้องใช้ความคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิง ตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่างๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใด ในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หลังจากผู้เรียนได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่วัดเป็นค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพิจารณาจากความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจ ปัญหา 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ

2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) กล่าวถึง แนวทางการฝึกฝนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้
2. ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน

3. ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ
4. ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
5. ฝึกให้สร้างโจทย์เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. ฝึกการลงข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555) กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือกิจกรรมอยู่เสมอ
2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความเชื่อมั่น
4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์ วิจารณ์ออกเป็นขั้นๆ

5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และฝึกให้นักเรียนออกความคิดเห็น
6. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาที่ท้าทายและมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา

7. จัดบรรยากาศการเรียน หรือสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียน เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

- 1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน การอ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจปัญหาที่จำเป็นต้องใช้สมาธิ ใช้ความพยายามในการเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลส่วนใดสำคัญบ้าง

1.2 การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ มีกลวิธีหลายประการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องใกล้ตัว เป็นต้น

1.3 การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ เพราะปัญหาในชีวิตจริงนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งจะต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอผู้แก้ปัญหาจะต้องสืบหาข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

2.1 ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง

2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาก ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนคิดอะไร

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้เห็นภาพรวมของการแก้ปัญหา

2.4 จัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ในขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนจะต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ความสามารถดังกล่าวสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ จากการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัด โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น ครูควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาตามความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย ครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้อง โดยให้หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหานั้นที่ครูสร้างขึ้นโดยเฉพาะก็ได้

4.2 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ ก่อนลงมือคิดคำนวณควรฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบก่อน จากนั้นลงมือคิดคำนวณแล้วเทียบเคียงผลลัพธ์ที่ได้กับคำตอบที่คาดคะเนไว้ พิจารณาความเป็นไปได้

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพียงอย่างเดียวมันยังไม่พอ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตีความหมายของคำตอบ ซึ่งให้เห็นว่าการตีความหมายของคำตอบนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกับวิธีการหาคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี ซึ่งอาจเป็นวิธีที่คล้ายกับตัวอย่าง หรือวิธีที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาเองจากประสบการณ์ของนักเรียนเองก็ได้ จากนั้นให้พิจารณาว่าวิธีการเหล่านั้นถูกต้องหรือไม่ แตกต่างจากวิธีการที่แสดงในตัวอย่างอย่างไร

4.5 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตจริง รวมทั้งการตัดแปลงโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัด

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรฝึกให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา จัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ส่งเสริมการทำโจทย์หรือแบบฝึกหัดจากปัญหาที่เหมาะสม หรือเป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาในชีวิตจริง และมีวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ โดยครูไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง

2.6 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

Polya (1973) ได้เสนอรูปแบบการประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ

4. ชั้นตรวจสอบคำตอบ พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

Charles, Lester and O'Daffer (1987) ได้เสนอวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics) และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกตและการใช้คำถาม เป็นการประเมินที่กระทำขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ความเชื่อและเจตคติ การสังเกตที่ดีควรมีการจดบันทึกสิ่งที่สังเกตไว้ เพราะการจำอย่างเดียวย่อมทำให้หลงลืมได้ ดังนั้นก่อนเข้าสู่บทเรียนครูควรเตรียมเครื่องมือการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบรายการ แล้วจดบันทึกสิ่งที่สังเกตโดยการทำเป็นจุดหรือเครื่องมือไว้ และต้องบันทึกทันทีทันใดภายหลังการสังเกต

2. การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นอีกวิธีหนึ่งในการประเมินผลการแก้ปัญหา วิธีนี้จะมีประโยชน์มากน้อยขึ้นอยู่กับความซื่อตรงที่นักเรียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดการประเมินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การประเมินตนเองแบบนี้ทำได้หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จใหม่ ๆ ให้นักเรียนนึกถึงประสบการณ์ขณะที่กำลังแก้ปัญหา แล้วเขียนอธิบายความคิดของตนเองในขณะที่กำลังแก้ปัญหา

2.2 การให้นักเรียนตอบแบบประเมินผลการรายงานหรือบันทึกประสบการณ์แก้ปัญหา เป็นชุดของข้อคำถามที่ให้นักเรียนตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหของตนเอง

3. การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากงานที่นักเรียนทำ หรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจน และเป็นรูปธรรม ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบริก ที่นิยมใช้ในการประเมินงานเขียนมี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ และการให้คะแนนแบบองค์รวม

3.1 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา การให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วสรุปรวมคะแนนทุกด้าน

3.2 การให้คะแนนแบบองค์รวมหรือภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนโดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบรวมมักนำมาใช้ในการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และต้องการผลที่เป็นภาพรวมมากกว่าข้อบกพร่องย่อยๆ

4. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา มี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามมีตัวเลือกหลายๆ ตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกตอบตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

4.2 แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ เพื่อให้ให้นักเรียนนำคำ ตัวเลข วลี หรือประโยคที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง

4.3 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้เขียนตอบ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบต้องเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร แต่ละข้อมีความยากง่ายต่างกัน

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้เสนอเกณฑ์แนวทางการประเมินการแก้ปัญหาดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินผลแบบแยกองค์ประกอบของสิริพร ทิพย์คง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	2	สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
	0	เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	2	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
	1	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	0	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

ตาราง 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
การใช้ยุทธวิธีในการ แก้ปัญหา	2	สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ ถูกต้อง
	0	สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การตอบ	2	สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1	สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
	0	เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่าไว้ว่า เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) เป็นเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้ในการให้คะแนนผลงานหรือคุณภาพปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังนี้

1. แบบเกณฑ์รวม (Holistic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหา โดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกัน มีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
4	แสดงวิธีทำชัดเจน และตอบถูกต้อง
3	แสดงวิธีทำชัดเจน แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบถูกต้อง
1	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
0	ไม่แสดงวิธีทำ และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

2. แบบเกณฑ์ย่อยหรือเกณฑ์เฉพาะ (Analytic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะขั้น เฉพาะงานย่อย หรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนตามความแตกต่างของคุณภาพงานในชั้นงานย่อย หรือด้านที่พิจารณา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ด้านวิธีการ	ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
	3	ใช้วิธีการเหมาะสม และดำเนินการถูกต้อง
	2	ใช้วิธีการเหมาะสม แต่ยังไม่ดำเนินการไม่ถูกต้อง
	1	ใช้วิธีการไม่เหมาะสม ทำให้ดำเนินการไม่ถูกต้อง

0	ไม่มีการใช้วิธีการและไม่มีการดำเนินการ
ด้านวิธีการ	
ระดับคะแนน	
3	เขียนอธิบายงานทั้งหมดได้ชัดเจนและสมเหตุสมผล
2	เขียนอธิบายงานได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
1	เขียนอธิบายงานได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
0	เขียนอธิบายไม่ได้ หรือไม่เขียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวม และแบบเกณฑ์ย่อย โดยพิจารณาได้จากขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวมของสถาบัน
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์

ตาราง 2 (ต่อ)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ครบถ้วน
1 (ปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ครบถ้วน

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยของสถาบัน
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก)

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
การทำความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหาเลย
การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม
	2	พอใช้	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การหาแนวทางการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุเลย

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การหาแนวทางการ แก้ปัญหา	3	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	2	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้อง ใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่วางแผนการ แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
การดำเนินการ แก้ปัญหา	3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่ สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	1	มีร่องรอยการแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการ แก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่เขียนสรุปคำตอบ

พหุ ประถมศึกษา

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Wilson (1971) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยวิลสันได้จำแนก พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านพุทธิพิสัยหรือด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ (Computation) เป็น ระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เกี่ยวข้องข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนความสามารถในกระบวนการคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ เป็นการคิดโจทย์ปัญหาง่าย ๆ ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานที่นักเรียนสะสมมาเป็นระยะเวลาานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงหรือจำศัพท์และคำนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปร ความ ดีความ สรุปความ หรือขยายความได้ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ต้องอาศัยการตัดสินใจในการยกตัวอย่างของมโนมตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่าง กันไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิง เป็นกรณีทั่วไป (Principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางการแก้ปัญหาได้ ถ้า

คำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematic structure)

คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความเข้าใจในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Transform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายเดิมโดยไม่ถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความเข้าใจแนวทางการให้เหตุผล (Follow a line of reasoning)

เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความเข้าใจการอ่านและตีโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Read and interpret a problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาบ้างและต้องการถามอะไร รวมถึงการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ ข้อความที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่ผู้เรียนเคยฝึกทำมาแล้ว แบ่งออกเป็น 4 ชั้น

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Solve routine problem)

เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจจะต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze data) เป็น

ความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มี

ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบคือผลลัพธ์ที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายของเนื้อหาที่เคยเรียนมา การแก้ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Solve non-routine problem) เป็นความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาที่ไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้ คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และความเข้าใจ ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมา

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์แบบเดิมที่เคยพบมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยพิสูจน์จะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่างๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize proofs) เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการชี้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์ เพราะจะต้องชี้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่

4.5 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับนัยทั่วไปและตรวจสอบความถูกต้องของนัยทั่วไป (Formulate and validate generalization) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะชี้ให้เห็นความสมเหตุสมผล

พวงแก้ว โคจรานนท์ (2530) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ เช่น ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือ การรายงาน ทั้งการเขียน การพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการทำการบ้านในแต่ละวิชา

รัตนา เจียมบุญ (2540) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วการวิเคราะห์พฤติกรรม มี 3 ด้าน คือ

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม
- 1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความหมายตีความหมาย และการขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรม มี 6 ชั้น คือ

- 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด
- 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง
- 2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

- 2.5 ความสามารถในการให้หลักการและเหตุผล
- 2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎี ที่เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรม มี 4 ขั้นตอน คือ

- 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ความสามารถในการระลึกได้ ซึ่งรูปแบบความสอดคล้องและลักษณะสมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ ตลอดจนหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ และหลักการที่มีส่วนสำคัญเหล่านั้นสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าว จะให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาได้ หรือโจทย์ปัญหาที่

ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรม มี 5 ขั้นตอน คือ

- 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา
- 4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์
- 4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์
- 4.4 ความสามารถในการวิจารณ์
- 4.5 ความสามารถในการกำหนด และหาความเที่ยงตรง

ชานนท์ จันทรา (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมนทัศน์แต่ละเรื่อง

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของบุคคลที่พัฒนาขึ้นจากผลของการเรียนการสอน การฝึกฝน และประสบความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังจากการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมความสามารถในด้านความรู้ความจำและการคิดคำนวณ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยาและการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายสุขภาพข้อบกพร่องทางกายและบุคลิกภาพท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ของมารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางการพัฒนาตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
5. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

Bloom (1976) กล่าวว่า อิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. พฤติกรรมทางด้านความรู้และความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วยความถนัด และพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ หมายถึง สถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติต่อเนื้อหา สถาบัน และระบบการเรียนยอมรับความสามารถของตนเอง

3. คุณภาพการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพที่ผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อบกพร่อง และการรู้ผลสะท้อนกลับถึงการกระทำของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ 1) ด้านผู้เรียน เช่น ร่างกาย สติปัญญา และความสนใจ เป็นต้น 2) ด้านผู้สอน เช่น คุณภาพการสอน เป็นต้น และ 3) ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวนักเรียน เป็นต้น

3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชานนท์ จันทรา (2555) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือเรื่องที่ต้องการวัด
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมิน สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบ อาจจะเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมาย
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้นต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย
5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์
6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนด

7. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 การตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบนั้น สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หรือด้านการวัดและการประเมินทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 หรือ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับเนื้อหา สาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของข้อความและตัวเลือก โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากนั้น

นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อจากการให้ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2 การหาระดับความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก และความเที่ยงหรือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้ ทำการแก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา ที่มีลักษณะ เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดกับประชากร เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนี ความยาก ดัชนีอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นตอนแรกจะต้องศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ จากนั้นสร้าง แบบทดสอบตามแนวทางที่วิเคราะห์ไว้ ขั้นตอนสุดท้ายต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่ผ่านการ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือก ข้อสอบที่มีความเหมาะสม

3.4 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Best (1981) อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้สร้างเกณฑ์ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ดังตาราง

ตาราง 5 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเบสท์

คะแนนเฉลี่ย	คะแนนที่ได้	การแปลความหมาย
80.01 – 100.00	5	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก
60.01 – 80.00	4	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี
40.01 – 60.00	3	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
20.01 – 40.00	2	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับพอใช้
00.01 – 20.00	1	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) ได้สร้างเกณฑ์ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 – 100	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 76 – 79	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 – 75	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดี
คะแนนร้อยละ 66 – 69	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60 – 65	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน น่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55 – 59	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน พอใช้
คะแนนร้อยละ 50 – 54	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0 – 49	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

จากการศึกษาผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินโดยการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ใช้สถิติเทียบเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 – 100	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 76 – 79	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 – 75	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดี
คะแนนร้อยละ 66 – 69	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60 – 65	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน น่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55 – 59	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน พอใช้
คะแนนร้อยละ 50 – 54	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0 – 49	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Integrated Mathematics, Science, and Technology : IMaST) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (Center for Mathematics, Science, and Technology : CeMaST) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (National Science Foundation : NSF) กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ

โพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท (Meier, Hovde, and Meier, 1996)

4.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

1. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

โพลยาได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นผลจากการแก้ปัญหา (Polya, 1957) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา สรุปปัญหาในภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร โจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหาลikeหรือไม่ ต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน และหลายๆ มุมมอง ใช้การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ ช่วยให้เข้าใจปัญหาคิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปัญหาที่ต้องการทราบ แล้วนำความสัมพันธ์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือรูปแบบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน เพื่อช่วยให้ได้แผนการแก้ปัญหาในที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ และมีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจคำตอบหรือเฉลยที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลของคำตอบ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

2. การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาและตอบคำถาม (Meier, Hovde, and Meier, 1996) มีขั้นตอนดังนี้

1. การตั้งคำถาม เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัว เมื่อได้ข้อสังเกตที่เราสนใจจะทำให้ได้คำถามตามมา ซึ่งการตั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งคำถามเกิดความเข้าใจของการค้นหาคำตอบ

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือการคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์ และการศึกษาเอกสารต่างๆ โดยคำตอบของปัญหาที่คิดไว้อาจถูกต้องแต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าจะมีการทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบก่อน สมมติฐานที่เคยยอมรับอาจล้มเลิกได้ถ้ามีข้อมูลใหม่ๆ มาสนับสนุน ดังนั้นควรตั้งสมมติฐานไว้หลายข้อและทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานไปพร้อมกัน

3. การทดลองหรือทดสอบ เป็นการตรวจสอบที่ต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ เนื่องจากสมมติฐานที่ตีมีคู่ทางการตรวจสอบไว้แล้ว โดยการตรวจสอบได้จาก 1) การสังเกตและรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดจากประสบการณ์ธรรมชาติ 2) การทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติหรือหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด มีกระบวนการดังนี้

3.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

3.2 การปฏิบัติการทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง โดยดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ และควรทดลองหลายๆ ครั้ง เพื่อความแน่ใจของผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

3.3 การบันทึกผลการทดลอง เป็นการจดบันทึกที่ได้จากการทดลอง ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถรวบรวมไว้ใช้สำหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

4. การวิเคราะห์ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ค้นคว้า ทดลองหรือการรวบรวมข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ตามข้อใด

5. การสร้างข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลมาสรุปและพิจารณาว่าผลสรุปสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะกลายเป็นทฤษฎีและทฤษฎีนั้นสามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ต่างๆ ได้

3. วงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ท

เป็นวงจรการแก้ปัญหาที่คิดค้นโดยวอลท์เตอร์ เอ ชิวฮาร์ท (Shewhart, 1980) การใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรมและต่อมาวงจรมันเริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นเมื่อเผยแพร่ให้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานภายในโรงงานให้ดียิ่งขึ้น และช่วยค้นหาปัญหาอุปสรรคในแต่ละขั้นตอนการผลิตโดยพนักงานเองจนวงจรมันเป็นที่รู้จักในอีกชื่อว่า “วงจรเต็มมิ่ง” ต่อมาพบว่า แนวคิดในการใช้วงจร PDCA นั้น สามารถนำมาใช้ได้กับกิจกรรม ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก PDCA เป็นอักษรนำของศัพท์ภาษาอังกฤษ 4 คำ คือ

1. การวางแผน (Plan) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย และกระบวนการหรือขั้นตอนเพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ กำหนดผลลัพธ์ ความถูกต้อง สมบูรณ์

2. การปฏิบัติตามแผน (Do) เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบหรือการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในการดำเนินการจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ต้องมีการเก็บรวบรวมหรือบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการต่อไป

3. การตรวจสอบ (Check) เป็นกิจกรรมเพื่อประเมินผลว่ามีการปฏิบัติตามแผนหรือไม่ มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติหรือไม่ เพื่อให้ทราบข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพการดำเนินการต่อไป

4. การปรับปรุงแก้ไข (Act) เป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากการตรวจสอบ การปรับปรุงอาจนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานของวิธีการดำเนินงานที่ต่างจากเดิม

วงจร PDCA จะไม่ได้หยุดหรือจบลง เมื่อหมุนครบรอบ แต่วงจร PDCA จะหมุนไปข้างหน้าเรื่อยๆ โดยจะทำงานในการแก้ไขปัญหาในระดับที่สูงขึ้น ซับซ้อนขึ้น และยากขึ้น หรือเป็นการเรียนรู้ที่ไม่สิ้นสุด ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาของการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ปัจจุบันทั้งแรงงานปฏิบัติการ แรงงานที่มีความรู้ และผู้บริหารชาวไทย ส่วนใหญ่จะรู้จัก PDCA มากขึ้นกว่าในอดีต ถึงแม้จะไม่เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ แต่ก็ช่วยให้การพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องมีประสิทธิภาพ และเห็นผลที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หัวใจสำคัญของวงจร Deming ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ PDCA เท่านั้น แต่อยู่ที่คนที่มีคุณภาพและเข้าใจคุณภาพอย่างแท้จริง ที่พร้อมจะเปิดใจเรียนรู้และพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลาอย่างมุ่งมั่นและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค (ณัฐพันธ์ เจริญนันท์ และคณะ, 2546)

4.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

ศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Center for Mathematics Science and Technology, 1998) อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวถึงแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน โดยอาจเขียนเป็นหนึ่งหรือสองประโยค ซึ่งจะช่วยในการระบุปัญหา และอาจจะเป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยชี้แจงระบุเกี่ยวกับข้อสงสัย ความไม่แน่ใจ หรือความยาก ตลอดจนข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่คุณเรียนต้องการหรือจำเป็นต้องรู้ แม้ว่าปัญหานี้สามารถระบุได้โดยครูผู้สอนก็ตาม แต่ก็มักจะให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง

Access เป็นการประเมินเงื่อนไขแวดล้อมของปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่างๆ มาพิจารณาช่วยในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ค้นพบอุปสรรค หรือความยากในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องระบุวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสำเร็จหรือความผิดพลาดของการแก้ปัญหานั้นๆ ก่อน โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้มาจากการประสบการณ์ ซึ่งเป้าหมายในขั้นนี้ก็คือการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนการแก้ปัญหา

Plan เป็นการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึงการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบแนวทางที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนแผนให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์ สรุป และนำเสนอแบ่งปันกับผู้อื่น ซึ่งใช้รูปแบบการเขียน หรือพูดรายงาน

Meier Hovde and Meier (1996) กล่าวถึงหลักการของแนวคิด DAPIC ไว้ดังนี้

Define เป็นระบุปัญหา จำเป็นต้องมีการถามคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น บางส่วน ศึกษาเรียนรู้คำศัพท์ หรือเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งการระบุปัญหามักจะถูกกำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน

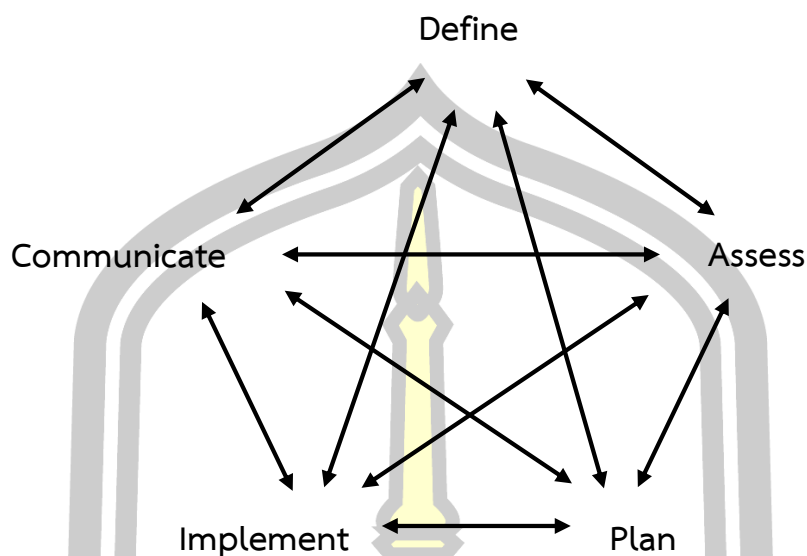
Access เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างหลักเกณฑ์ ในรูปแบบของการตั้งสมมติฐานที่ต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงเพิ่มเติม

Plan เป็นการวางแผนที่ใช้ในการแก้ปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งหมายถึงการออกแบบการแก้ปัญหาที่มีการทดลองควบคุมตัวแปร

Implement เป็นการดำเนินการตามแผน เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการวิเคราะห์และประเมินผล พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลกับคนอื่นๆ โดยอาจใช้รูปแบบของการเขียนรายงานเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดนำเสนอ

แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับมัธยมศึกษา สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ผู้แก้ปัญหาสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ผู้แก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ มักแสดงให้เห็นว่าพวกเขามักจะใช้วิธีการที่ไม่เป็นเชิงเส้น แม้ว่าผู้เรียนบางคนอาจเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยผ่านขั้นตอนแบบเชิงเส้น ผู้แก้ปัญหาอาจพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มจากขั้นใด และจะใช้ขั้นใดบ้างดังภาพประกอบ 1 กระบวนการ DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับมัธยมศึกษา (Center for Mathematics Science and Technology, 1998) อ้างถึงใน (อัมพร ม้าคนอง, 2553)



ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC (Meier, Hovde, and Meier, 1996)

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน มีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน และใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง ในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน สามารถเริ่มที่ขั้นใดก็ได้ และสามารถข้ามบางขั้นหรือใช้บางขั้นซ้ำได้ โดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาตามลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Meier, Hovde, and Meier, 1996) อ้างถึงใน (สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ, 2555)

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ สามารถเริ่มที่ขั้นใดก็ได้ และสามารถข้ามบางขั้นหรือใช้บางขั้นซ้ำได้ โดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาตามลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเริ่มจากการใช้คำถาม การเรียนรู้ศัพท์ใหม่หรือเนื้อหาใหม่ โดยทั่วไปแล้วปัญหามักถูกกำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน ทำความเข้าใจโดยการอ่านโจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 2 Access เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ระบุเงื่อนไข ให้นักเรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้มาจากการประสบการณ์

ขั้นที่ 3 Plan เป็นการวางแผนการแก้ปัญหา ให้นักเรียนนำข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้ในการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน ซึ่งครูแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 Implement เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ปฏิบัติตามแผนดำเนินการที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ โดยใช้ความรู้ หลักการ กฎ หรือสูตรต่างๆ ในการดำเนินการ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงแผนให้มีความเหมาะสมมากขึ้นหรือเปลี่ยนแผนใหม่เมื่อไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 5 Communicate เป็นการวิเคราะห์และสรุป ประเมินผลการดำเนินการ เพื่อแลกเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกับผู้อื่น โดยประเมินความถูกต้องและความสอดคล้องของผลลัพธ์ ในรูปของการเขียนในใบงาน ใบกิจกรรม จากนั้นครูสุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป รวมถึงทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ในคาบเรียนนั้น

5. การจัดการเรียนรู้อบรมร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

5.1 ความหมายของเทคนิคเพื่อนคู่คิด

Millis (1998) ได้กล่าวถึงเทคนิค Think - Pair - Share ดังนี้ ในการเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิค Think - Pair - Share ครูตั้งคำถามที่ต้องใช้ความเข้าใจ มักเป็นคำถามแบบการสอบสวนให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่งเพื่ออภิปรายการตอบคำถาม เมื่อได้ข้อสรุปนักเรียนยกมือเสนอคำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียนและก่อนที่ครูจะให้นักเรียนคู่ นั้น เสนอคำตอบควรรอเวลาให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้ก่อน และเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการทอ้งคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวาจาและความมั่นใจ

Kristin Getter and Bradley (2008) ได้กล่าวถึง เทคนิค Think - Pair - Share ว่าเป็นการเรียนแบบร่วมมือเป็นกลุ่มที่ไม่ได้มีการเตรียมไว้ก่อนหน้า และใช้เวลาไม่มากในการทำกิจกรรม โดยเริ่มจากผู้สอนตั้งคำถามที่ยากหรือคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนแต่ละคนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำคำตอบหรือวิธีการที่ได้ไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนคู่ของตนเองจนได้เป็นคำตอบหรือวิธีการใหม่อีกครั้งที่กระชับมากขึ้นท้ายที่สุดนำคำตอบหรือวิธีการไปแลกเปลี่ยน กับชั้นเรียน วิธีการนี้เป็นการส่งเสริมความรับผิดชอบรายบุคคล ซึ่งผู้สอนอาจเรียกนักเรียนคนไหนก็ได้จากการสุ่มเพื่อให้นักเรียนอธิบายคำตอบหรือวิธีการของตัวเอง

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544) กล่าวว่า เทคนิค Think – Pair - Share เป็นกิจกรรมที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงปฏิกริยาโต้ตอบอย่างเสรี ให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมการแสดงความคิดเห็นก่อนที่จะได้แนวคิดจากผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำถามของครูและให้นักเรียนแต่ละคนคิด แล้วให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อนในห้อง เพื่ออภิปรายความคิดที่เกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้น หลังจากนั้นให้นำเสนอกลุ่มใหญ่ แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ซึ่งวิธีนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึง รูปแบบเทคนิค Think - Pair - Share ว่าเป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิด แล้วนำความคิดของทั้งคู่มาริปรายในกลุ่มเพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่ไปกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียรวิทย์ ยินดีสุข (2551) กล่าวถึง เทคนิค Think-Pair-Share ว่าเป็นเทคนิคโดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของตนหรือของเพื่อนที่เป็นคู่เล่าให้เพื่อนๆ ทั้งชั้นฟัง

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึงรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่ง เพื่ออภิปรายการตอบคำถาม โดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยที่สมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่เพื่อหาข้อสรุป

5.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

Lyman (1981) กล่าวไว้ว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้อย่างร่วมมือด้วยเทคนิค Think - Pair - Share มีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. Think นักเรียนมีเวลา 30 วินาที หรือมากกว่าเพื่อที่จะคิดให้ได้คำตอบที่เหมาะสม เวลาที่ใช้รวมถึงการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ
2. Pair หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. Share คำตอบของนักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียน ในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกถึงตนเอง รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง

Byerley (2002) กล่าวไว้ว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้อย่างร่วมมือด้วยเทคนิค Think – Pair – Share มีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. Think เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ
2. Pair เป็นขั้นตอนที่สองที่จะให้ผู้เรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา
3. Share เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

Levin (2008) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. Think ครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยป้อนคำถามหรือสังเกตการณ์นักเรียนควรใช้เวลาคิดสักครู่ เพื่อที่จะใช้ความคิดเกี่ยวกับคำถาม
2. Pair ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ๆ กัน หรือกับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบที่แต่ละคนหามาได้ แล้วเปรียบเทียบความรู้ที่ได้มาจากความคิดของแต่ละคนหรือบันทึกสั้นๆ ที่แต่ละคนบันทึกมา เพื่อที่จะพิจารณาว่า คำตอบของฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด นำเชื่อถือที่สุด และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์มากที่สุด
3. Share หลังจากทีนักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเอง ครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่ให้มาแลกเปลี่ยนความคิดในคู่ของตนกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

มนต์ชัย เทียนทอง (2551) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของเทคนิค Think - Pair - Share ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Think เป็นการท้าทายให้ผู้เรียนได้คิดและไตร่ตรองจากคำถามปลายเปิดหรือเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน
2. Pair เป็นการจัดให้ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปหรือตอบคำถามที่ต้องการ
3. Share เป็นการสลายจากการจับกลุ่มกันเป็นคู่ๆ แล้วสรุปผลการค้นหาคำตอบร่วมกันทั้งชั้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุปและอภิปรายผลการค้นพบ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีขั้นตอนดังนี้

1. Think เป็นการคิดโดยที่ครูถามคำถาม เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้คิดด้วยตนเองและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
2. Pair เป็นการจับคู่กับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในประเด็นปัญหา จากนั้นร่วมกันหาข้อสรุปของคำตอบที่ต้องการ
3. Share แต่ละคู่นำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบจากคู่ของตนเอง แล้วสรุปผลการค้นหาคำตอบร่วมกันทั้งชั้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุปและอภิปรายผล

5.3 ข้อดีของเทคนิคเพื่อนคู่คิด

Lyman (1987) ได้กล่าวถึงข้อดีของเทคนิค Think - Pair - Share ดังนี้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็ว
2. เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก
3. การตอบโต้ภายในตัวบุคคลกระตุ้นให้นักเรียนเป็นจำนวนมากมีความสนใจอย่างแท้จริงในด้านความรู้
4. ครูสามารถตั้งคำถามได้หลายแบบและหลายระดับ
5. ทำให้รวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก สามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน
6. ครูสามารถเข้าใจนักเรียนด้วยการฟังนักเรียนกลุ่มต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรม และจากการรวบรวมคำตอบในตอนท้ายชั่วโมงเรียน
7. ครูสามารถทำกิจกรรมที่ใช้หลักแบบเพื่อนคู่คิดได้หนึ่งครั้งหรือหลายๆ ครั้ง ในระยะเวลา 1 คาบเรียน

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547) ได้สรุปถึงข้อดีของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้

1. จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ
 2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น
 3. ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น
 4. ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป
- จากข้อความข้างต้น สรุปข้อดีของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้
1. ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดและทักษะการแก้ปัญหา
 2. ฝึกให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็นต่อหน้าเพื่อนๆ ในชั้นเรียน โดยไม่กลัวว่าจะพูดผิด
 3. ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเองเข้าใจ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกันและช่วยเหลือกัน
 4. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในหลายสถานะแทนที่นักเรียนจะเรียนรู้จากครูเพียงคนเดียว ก็ได้เรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้
 ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การลงมือปฏิบัติจริง การสังเกต และการสะท้อนผลของการปฏิบัติ การดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ และคณะ (2542) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยเชิงพัฒนาที่มุ่งแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมเฉพาะตนในการปรับปรุง พัฒนา และประเมินตนเอง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติการภาระงานนั้นเพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการให้การพัฒนานั้นเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

สุวิมล ว่องวานิช (2543) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในห้องเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ครูทุกคนสมควรนำวิธีการวิจัยลักษณะนี้ไปแก้ปัญหาหรือพัฒนานักเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะความสำคัญดังนี้

1. มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย
2. มีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำ ปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามแผนที่วางไว้
3. ผู้วิจัยอาจทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของตนเองด้วยตนเองคนเดียว หรือทำวิจัยร่วมกันหลายคนก็ได้
4. เน้นการวิจัยเฉพาะที่ไม่ได้มุ่งการนำผลการวิจัยมาใช้ในการสรุปอ้างอิง หรือสรุปครอบคลุม กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือดำเนินการเพื่อการแก้ปัญหา
5. ในการดำเนินการวิจัย ครูผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในจุดมุ่งหมายและวิธีการเพื่อให้เกิดความเหมาะสมบรรลุเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้นก็ได้

ประวิต เอราวรรณ์ (2545) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า การวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่ถูกต้องในการปรับปรุงและแก้ไข ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ และเป็นที่น่าพอใจ

สุรัตน์นารถ ศาสตร์นอก (2550) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการหาคำตอบที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัย ไปพัฒนาหรือแก้ไขกลุ่มเป้าหมายในเรื่องที่ศึกษาได้อย่าง ทันทีทันที่ และผลการวิจัยนั้นก็ยังคงดำเนินการต่อไปในการพัฒนานั้น ๆ แต่ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์อื่นหรือกลุ่มประชากรอื่น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษา รวบรวม แสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี และหลายๆ ครั้งจนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ปัญหาที่พบอยู่ได้สำเร็จ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่าเป็นรูปแบบวิจัยที่ทำ โดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียนนั้นๆ ให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยสามารถแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นได้โดยผู้วิจัย และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนต่อไป

6.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988) ได้กล่าวถึง การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้ เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้เกี่ยวข้องอาจเป็นครูท่านอื่นๆ ที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้บริหารวางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีการใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริการจะต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุนเป็นต้นในขั้นตอนของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนมาดำเนินการลงมือปฏิบัติมีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่นๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่นถูกต่อต้าน

จากผู้บริหารหรือนักเรียนฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือการปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรค และข้อขัดแย้งบางประการ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการมีสังเกตการณ์ ควบคุมไปด้วย ใช้การสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือเปิดใจรับฟังความเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือกระบวนการเชิงการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติการ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้ และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่ยากที่ที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สภาพแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหาการประเมินโดยกลุ่มจะทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาพการณ์ เงื่อนไขอื่นๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการ

ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัด ของสถานการณ์เวลานั้น ได้ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติ การที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไข และปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไป อย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับการบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ ปัจจัย สนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ตลอดจนประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการ วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็น แนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึก ข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจน การวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่างๆ ที่ เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับ โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะ วิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงาน ระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการ ปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูล พื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือ เกลียต่อไป

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียน สามารถอธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างบุคลากรภายใน โรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้แก้ไข ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหาเกี่ยวข้องกับใคร แนวทางแก้ไขอย่างไร และจะต้องปฏิบัติอย่างไร

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผน มาดำเนินการ โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันกับทีมงานประกอบไปด้วย เพื่อทำ การแก้ไข ปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรจะต้องมีความยืดหยุ่นและปรับได้

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วย ความรอบคอบ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยต้องอาศัยเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลต่างๆ เข้าช่วย

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา หรือสิ่งที่ เป็นข้อจำกัดอันเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่ มุม ต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการร่วมอภิปรายปัญหา และการประเมินโดยกลุ่ม ซึ่งจะทำได้แนวทางของการพัฒนาและ ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการ ปฏิบัติต่อไป

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. แผน (Plan) แนวทางปฏิบัติซึ่งตั้งความคาดหวังไว้เป็นการมองไปในอนาคต ข้างหน้า การกำหนดแผนทั่วไปต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะสามารถปรับให้เข้ากับ ความเปลี่ยนแปลง และความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ กิจกรรมที่เลือกเข้ามากำหนดในแผนต้องได้รับการเลือกสรรว่าดีกว่า กิจกรรมอื่นๆ ส่งผลต่อการแก้ปัญหาในระดับหนึ่ง ผู้ร่วมงานจะต้องให้ความร่วมมือในการอภิปราย (ทั้งในแง่ทฤษฎีและปฏิบัติ) เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ และปรับปรุงการกำหนดแผนงานที่จะสามารถ ปฏิบัติได้จริงในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่

2. การปฏิบัติ (Act) การปฏิบัติจะดำเนินตามแผนที่วางไว้อย่างมีเหตุผลและมีการ ควบคุมอย่างสมบูรณ์ แต่การปฏิบัติจากแนวทางที่วางไว้มีโอกาสพลิกผันแปรตามสถานการณ์และ บุคคล แผนที่ตั้งไว้สำหรับการปฏิบัติจะต้องสามารถปรับแก้ไขได้ และสามารถปรับปรุงไปได้เรื่อยๆ ตามผลการตัดสินใจเกี่ยวกับการกระทำนั้นๆ

3. การสังเกต (Observe) ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลที่ได้จากการ ปฏิบัติงาน มีรายงานหลักฐานที่มาจากวิจรณ์ญาณการสังเกตอย่างรอบคอบและระมัดระวัง การ สังเกตเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจำกัด ข้อขัดแย้งของสภาพความเป็นจริงและข้อ ขัดแย้งทั้งหมดเหล่านี้ไม่เคยชัดเจนและไม่มีทางคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตต้อง มาจากหลายแง่มุมในทุกๆ ด้าน ผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการต้องรายงานผลการสังเกตอย่างครบถ้วน นอกจากนี้การสังเกตในขั้นนี้หมายรวมถึงการสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติ โดยที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจสังเกตสถานการณ์ข้อขัดข้องของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แผนการดำเนินงาน

4. การสะท้อน (Reflect) มีลักษณะเป็นการประเมินอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยเชิง ปฏิบัติการจะต้องตัดสินใจจากประสบการณ์ของตนว่า ผลของการปฏิบัติเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือ ความต้องการที่ตั้งไว้หรือไม่ ตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการวางแผนในการปฏิบัติ ในวงจรต่อไป

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาคำเรียนการสอนจริงในโรงเรียน โดยผู้วิจัยอ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการของ วีระยุทธ ชาติกาญจน์ (2558) มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา โดยทำการศึกษาจากตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา
2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนักเรียนที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติงานในขั้นต่างๆ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

6.3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีขั้นตอนสำคัญในการดำเนินการดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่จะทำการวิจัย เชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพปัญหา (The Matic Concern) ควรพิจารณาให้ครบ 4 องค์ประกอบดังนี้ ปัญหาที่เกี่ยวกับครู นักเรียน เนื้อหาวิชา และสภาพแวดล้อม
2. เลือกปัญหาสำคัญที่ควรค่าแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนอาจจะต้องสร้างสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่ต้องการจะประเมินซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น
3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องมือที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติตามวิธีการ เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเพื่อให้แน่ใจถึงความถูกต้อง แสดงรายละเอียดสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามเกณฑ์ที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่าง และความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

5. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้พิจารณาไว้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุและวิธีแก้ปัญหานั้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยสรุปประมวล เป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ หรือเสนอเชิงทฤษฎี (Theory) ทั้งนี้ ต้อง อาศัยหลักตรรกวิทยาโดยวิธีอุปมา (Inductive) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัย

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียนสามารถ อธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา โดยผู้วิจัยต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่ศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องศึกษาค้นคว้าทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหานั้นๆ ให้กว้างพอสมควร

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการและทฤษฎีมาใช้ในการวิเคราะห์ให้เห็นลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือการฝึกหัดตามวิธีการ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการปฏิบัติการ เช่น แบบทดสอบแบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บสะสมข้อบันทึกต่างๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในด้านต่างๆ ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่ จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งร่วมกับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้ร่วมกันพิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หากผู้วิจัยสามารถทำการประมวลและสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้นๆ ได้ ทั้งนี้ ต้องอาศัยหลักตรรกวิทยา โดยวิธีอุปนัย (Induction) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัยเป็นสำคัญ

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ เนื่องจากมีความละเอียดของกระบวนการ และสามารถปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยต้องศึกษาถึงรายละเอียดส่วนประกอบของปัญหาของโรงเรียนที่จะทำการวิจัย และศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ครอบคลุม

2. วิเคราะห์ปัญหา และเลือกปัญหาที่สำคัญแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยหลักการและทฤษฎีที่ได้ศึกษามาข้างต้น แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งได้จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลองหรือปฏิบัติ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการ ปฏิบัติการ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์ระหว่างการแก้ปัญหาย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอน ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บข้อบันทึกต่างๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ทั้งส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ จัดหมวดหมู่ และ แยกประเภทของกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยใช้การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่วิเคราะห์ไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถทำการประมวล และสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้นๆ ได้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Riasat (2010) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วัดดูประสงค์หลักของการวิจัยคือการตรวจสอบผลของการใช้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 8 โรงเรียนกลอริวาลาปากีสถาน จำนวน 76 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 38 คน ผลการวิจัยพบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างประสิทธิภาพของวิธีการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีการสอนแก้ปัญหา นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหาประสบความสำเร็จดีกว่าการสอนโดยวิธีการแบบดั้งเดิม และความแตกต่างระหว่างระดับความสำเร็จเป็นเพราะยุทธวิธีในการแก้ปัญหาของทั้งสองกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานไม่เท่ากัน จากผลการวิจัยได้รับการตั้งข้อสังเกตว่าการใช้วิธีการแก้ปัญหาช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

Tolga (2014) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ศึกษาทักษะและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลศาสตร์ของนิวตัน กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาโทบาลี จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม กลุ่มทดลอง 38 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิมและสอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และใช้เครื่องมือในการทดลองก่อนและหลังเรียนในนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาและแบบวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในแบบสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาและแบบวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม กล่าวคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจกระบวนการและยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา และมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

7.2 งานวิจัยในประเทศ

สุรัชย์ วงศ์เงินเสื่อ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุณิสรา สุมิตรณะ (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 104 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนกำหนดปัญหาในบริบทชีวิตจริง (2) ขั้นตอนคิดค้นและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา (3) ขั้นนำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยน (4) ขั้นสร้างความเป็นแบบแผน และ (5) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จักรกฤษ แกมเงิน (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการและโจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยขาแข้งวิทยาคม ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและโจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.16 และความสามารถของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและโจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.84

ลิขิต สุขเมธานุสรณ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดท่าหัวหวาน (ประจักษ์พงษ์วิทยา) อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติมา พูลเกษม (2560) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ด้านการเขียน) ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด

DAPIC ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน จังหวัดสุโขทัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ด้านการเขียน) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .05

วรกมล บุญรักษา (2561) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อวิทยาจารย์ จำนวน 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยมีแนวคิดที่หลากหลายในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
6. การจัดการกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/9 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 24 คน จากการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9

เลขที่ห้อง ก	คะแนน (12)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70	เลขที่ห้อง ข	คะแนน (12)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
1	12	ผ่าน	1	7	ไม่ผ่าน

ตาราง 6 (ต่อ)

เลขที่ ห้อง ก	คะแนน (12)	เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70	เลขที่ ห้อง ข	คะแนน (12)	เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70
2	10	ผ่าน	2	6	ไม่ผ่าน
3	3	ไม่ผ่าน	3	3	ไม่ผ่าน
4	7	ไม่ผ่าน	4	6	ไม่ผ่าน
5	8	ไม่ผ่าน	5	7	ไม่ผ่าน
6	3	ไม่ผ่าน	6	7	ไม่ผ่าน
7	6	ไม่ผ่าน	7	9	ผ่าน
8	12	ผ่าน	8	6	ไม่ผ่าน
9	11	ผ่าน	9	9	ผ่าน
10	9	ผ่าน	10	10	ผ่าน
11	8	ไม่ผ่าน	11	9	ผ่าน
12	12	ผ่าน	12	9	ผ่าน
13	11	ผ่าน	13	11	ผ่าน
14	10	ผ่าน	14	12	ผ่าน
15	3	ไม่ผ่าน	15	8	ไม่ผ่าน
16	2	ไม่ผ่าน	16	12	ผ่าน
17	6	ไม่ผ่าน	17	8	ไม่ผ่าน
18	3	ไม่ผ่าน	18	11	ผ่าน
19	2	ไม่ผ่าน	19	6	ไม่ผ่าน
20	11	ผ่าน	20	7	ไม่ผ่าน
21	2	ไม่ผ่าน	21	6	ไม่ผ่าน
22	9	ผ่าน	22	11	ผ่าน
23	9	ผ่าน			

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวนทั้งสิ้น 24 คน ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทปรนัย
4. ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ
4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ จะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาดำรง ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อมๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติคือ ในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชา คณิตศาสตร์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จากหนังสือ ตำราที่เกี่ยวข้อง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดการวัดและประเมินผล วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวงจรปฏิบัติการจำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด เนื้อหา และระยะเวลาที่กำหนด

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผนการจัดการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ความหมาย ของ ลอการิทึม	ฟังก์ชันลอการิทึม (logarithmic function) คือ $\{(x,y) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R} \mid y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$ เป็น ฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$	เข้าใจลักษณะกราฟ ของฟังก์ชันเอกซ์ โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการ แก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของ ฟังก์ชันลอการิทึมกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ได้ - นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการเขียน สมการเลข ยกกำลังในรูปสมการลอการิทึมและ สมการลอการิทึมให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้	1
2	กราฟของ ฟังก์ชัน ลอการิทึม	ลักษณะกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม 1. กราฟ $y = \log_a x$ ผ่านจุด $(0, 1)$ 2. กราฟ $y = \log_a x$ เมื่อ $a > 0$ เป็นกราฟฟังก์ชัน เพิ่ม และกราฟ $y = \log_a x$ เมื่อ $0 < a < 1$ และ เป็นกราฟฟังก์ชันลด 3. ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก \mathbb{R}^+ ไปทั่วถึง \mathbb{R} ดังนั้น $\log_a x = \log_a y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$	เข้าใจลักษณะกราฟ ของฟังก์ชันเอกซ์ โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการ แก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันลอการิทึมได้ - นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาเพื่อเขียน กราฟฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ได้	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	การหาค่า ลอการิทึม	สมบัติของฟังก์ชันลอการิทึม กำหนด a, M และ N เป็นจำนวนจริง บวก โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง 1) $\log_a 1 = 0$ 2) $\log_a a = 1$ 3) $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ 4) $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ 5) $\log_a M^k = k \log_a M$ 6) $\log_N M = \frac{1}{\log_M N}$ เมื่อ $M, N \neq 1$ 7) $a^{\log_a M} = M$ 8) $\log_N M = \frac{\log_a M}{\log_a N}$ เมื่อ $N \neq 1$	เข้าใจลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของ ลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่า ของลอการิทึมได้ โดยใช้สมบัติของลอการิทึม	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ลอการิทึม สามัญ	<p>การหาค่าลอการิทึมฐานสิบ</p> <p>เนื่องมาจากจำนวนในระบบเลขฐานสิบนิยมเขียนโดยใช้ $N = A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม ดังนั้นสามารถหาค่าลอการิทึมฐานสิบของ N ในรูปแบบทั่วไปได้ ดังนี้</p> $N = A \times 10^n$ <p>จะได้ $\log N = \log(A \times 10^n)$</p> $= \log A + \log 10^n$ $= \log A + n$ <p>แต่ $\log A$ มีค่าระหว่าง 0 กับ 1 ซึ่งเป็นทศนิยม เรียก n ว่าแคแรกเทอริสติกของ $\log N$ และเรียก $\log A$ ว่าแมนทิสซาของ $\log N$ จากรูปทั่วไป แคแรกเทอริสติกของ $\log N$ คือเลขชี้กำลังของฐานสิบ</p>	เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถหาค่าลอการิทึมฐานสิบของจำนวนจริงบวกได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าลอการิทึมฐานสิบของจำนวนจริงบวกได้ 	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	แอนติ ลอการิทึม	แอนติลอการิทึมเป็นการทำย้อนกลับ เมื่อ กำหนดค่า $\log_e N$ มาให้แล้วให้ค่า N โดยเรียก N ว่า แอนติลอการิทึม $\log_e N$ ซึ่งเขียนไว้ดังนี้ $N = \text{antilog}(\log_e N)$	เข้าใจลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับ แอนติลอการิทึมไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดง ขั้นตอนการหาค่าแอนติลอการิทึมได้	1
6	การเปลี่ยน ฐานลอการิทึม	ลอการิทึมสามัญ คือ ลอการิทึมฐานสิบ ส่วน ลอการิทึมธรรมชาติ คือ ลอการิทึมฐาน e ความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมสามัญและ ลอการิทึมธรรมชาติเป็นดังนี้ พิจารณา $\ln x = \log_e x$ จะได้ $\ln x = \frac{\log x}{\log e}$ ซึ่ง e มีค่า ประมาณ 2.718 $\log_e e$ มีค่าประมาณ 0.4343 ดังนั้น $\ln x = \frac{\log x}{0.4343}$ หรือ $\ln x = (2.3026)\log x$	เข้าใจลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ ระหว่างลอการิทึมสามัญและ ลอการิทึมธรรมชาติได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดง ขั้นตอนการหาค่าลอการิทึม ธรรมชาติที่กำหนดให้ได้	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	สมการ ลอการิทึม	สมการลอการิทึม เป็นสมการที่มีตัวแปรเป็นฐานหรือเป็นจำนวน ของลอการิทึม จะมีหลักการแก้สมการ ดังนี้ ให้ $x, y, a > 0$ และ $a \neq 1$ 1. กรณีมี 1 พจน์ จัดให้อยู่ในรูปเอกซโพเนนเชียลตามบทนิยาม $\log_a x = y$ ก็ต่อเมื่อ $x = a^y$ 2. กรณีมี 2 พจน์ ฐานเท่ากันใช้สมบัติฟังก์ชัน 1-1 สรุปค่าตัว แปรในรูป $\log_a x = \log_a y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$	เข้าใจลักษณะ กราฟของฟังก์ชัน เอกซโพเนนเชียล และฟังก์ชัน ลอการิทึมและ นำไปใช้ในการ แก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถนำความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของลอการิทึมมาใช้ ในการแก้สมการลอการิทึมได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดง ขั้นตอนการหาสมการลอการิทึม ได้	1
8	การบวกระยะกต์ ของฟังก์ชัน ลอการิทึม (การวัดระดับ ความเข้มเสียง)	การวัดระดับความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่ทุกคน ปกติได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง สามารถคำนวณหาระดับความเข้ม เสียง โดยยกการนำความรู้เรื่องฟังก์ชันลอการิทึมไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งมีสูตรดังนี้ $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ เมื่อ β แทนระดับความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล I แทนความเข้มเสียงที่ต้องการวัด I_0 แทนความเข้มเสียงที่ทุกคนปกติได้ยินเท่ากับ 10^{-12} วัตต์/ตร.ม.	เข้าใจลักษณะ กราฟของฟังก์ชัน เอกซโพเนนเชียล และฟังก์ชัน ลอการิทึมและ นำไปใช้ในการ แก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถนำความรู้ เกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ ในการแก้ปัญหาเรื่องการวัด ระดับความเข้มเสียงได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดง ขั้นตอนการแก้ปัญหาเรื่องการวัด ระดับความเข้มเสียงได้	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แผน ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
9	การประยุกต์ใช้ของฟังก์ชันลอการิทึม (ระดับความเข้าใจระดับสูง)	ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย สามารถคำนวณได้จากสูตร $pH = -\log[H^+]$ เมื่อ pH แทนระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย $[H^+]$ แทนความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วยเป็นโมล/ลิตร - ค่า pH เท่ากับ 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นกลาง - ค่า pH มากกว่า 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นกลาง - ค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นสารละลายที่มีความเป็นกลาง	เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	- นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องระดับความเป็นกรดเบสของสารละลายได้ - นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาเรื่องระดับความเป็นกรดเบสของสารละลายได้	1

1.5 หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และใบงาน นำเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบริ้อยนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงเนื้อหาของแบบทดสอบ ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และภาษาที่ใช้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและได้ปรับปรุงตามข้อเสนอจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เรียบริ้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ ครูศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) อาจารย์ ดร. สุชีริณณ์ อามาศย์บัณฑิต การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาพิเศษ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม

4) นางจิรัชยา โพธิ์สิงห์ ครูศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม

5) นางยุพิน พลเรือง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม

เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

นำผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 4.70 – 4.81 ถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม การระบุปัญญาที่ต้องการจะแก้ควรนำเสนอโจทย์ที่หลากหลายเริ่มจากง่ายไปยาก เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่จะแก้ปัญหาในข้อถัดไป รวมถึงการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมกับเป้าหมายต่อไป

2. การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่พัฒนาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากหนังสือ ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชุดที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	จำนวนที่ต้องการ
1	ความหมายของลอการิทึม	นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการเขียนสมการเลขยกกำลังในรูปสมการลอการิทึมและสมการลอการิทึมให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้	2	1

ตาราง 8 (ต่อ)

ชุดที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ	จำนวนที่ ต้องการ
1	กราฟของฟังก์ชัน ลอการิทึม	นักเรียนสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อ เขียนกราฟฟังก์ชันลอการิทึมที่ กำหนดให้ได้	2	1
	การหาค่า ลอการิทึม	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การหาค่าของลอการิทึมได้ โดยใช้ สมบัติของลอการิทึม	2	1
2	ลอการิทึมสามัญ	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การหาค่าลอการิทึมฐานสิบของ จำนวนจริงบวกได้	2	1
	แอนติลอการิทึม	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การหาค่าแอนติลอการิทึมได้	2	1
	การเปลี่ยนฐาน ลอการิทึม	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การหาค่าลอการิทึมธรรมชาติที่ กำหนดให้ได้	2	1
3	สมการลอการิทึม	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การหาสมการลอการิทึมได้	2	1
	การประยุกต์ของ ฟังก์ชันลอการิทึม (การวัดระดับ ความเข้มเสียง)	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การแก้ปัญหาเรื่องการวัดระดับความ เข้มเสียงได้	2	1
	การประยุกต์ของ ฟังก์ชันลอการิทึม (ระดับความเป็น กรดเบสของ สารละลาย)	นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอน การแก้ปัญหาเรื่องระดับความเป็น กรดเบสของสารละลายได้	2	1

2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ นำเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

2.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

2.6 นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

- | | |
|----------|--------------------------------------------------|
| คะแนน +1 | เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ |
| คะแนน 0 | เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ |
| คะแนน -1 | เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์ |

2.7 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ และได้มีการปรับแก้ความยาก – ง่าย ของข้อสอบให้มีความง่ายขึ้น เนื่องจากอาจเกิดการทำให้หมดเวลาที่ กำหนด

2.8 จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการ ตรวจสอบคุณภาพแล้วเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 15 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่พัฒนาตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมในการ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
ความหมายของ ลอการิทึม	นักเรียนสามารถบอก ความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน ลอการิทึมกับฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
กราฟของ ฟังก์ชัน ลอการิทึม	นักเรียนสามารถอธิบาย ลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันลอการิทึมได้	-	2 (1)	-	-	2 (1)
การหาค่า ลอการิทึม	นักเรียนสามารถนำ ความรู้เกี่ยวกับสมบัติ ของลอการิทึมไปใช้ในการ การแก้ปัญหาได้	-	2 (1)	-	2 (1)	4 (2)
ลอการิทึมสามัญ	นักเรียนสามารถหาค่า ลอการิทึมฐานสิบของ จำนวนจริงบวกได้	-	2 (1)	-	-	2 (1)
แอนติลอการิทึม	นักเรียนสามารถนำ ความรู้เกี่ยวกับแอนติ ลอการิทึมไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้	2 (1)	-	-	-	2 (1)
การเปลี่ยนฐาน ลอการิทึม	นักเรียนสามารถบอก ความสัมพันธ์ระหว่าง ลอการิทึมสามัญและ ลอการิทึมธรรมชาติได้	2 (1)	2 (1)	-	2 (1)	6 (3)

ตาราง 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
สมการ ลอการิทึม	นักเรียนสามารถนำ ความรู้เกี่ยวกับสมบัติ ของลอการิทึมใช้ในการ แก้สมการลอการิทึมได้	-	-	-	6 (3)	6 (3)
การประยุกต์ของ ฟังก์ชัน ลอการิทึม (การ วัดระดับความ เข้มเสียง)	นักเรียนสามารถนำ ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ลอการิทึมไปใช้ในการ แก้ปัญหาเรื่องการวัด ระดับความเข้มเสียงได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)
การประยุกต์ของ ฟังก์ชัน ลอการิทึม (ระดับความเป็น กรดเบสของ สารละลาย)	นักเรียนสามารถนำ ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ลอการิทึมไปใช้ในการ แก้ปัญหาเรื่องระดับ ความเป็นกรดเบสของ สารละลายได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)

หมายเหตุ จำนวนข้อสอบ a (b) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้น a ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง b ข้อ

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ นำแบบทดสอบเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

3.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ท่าน

3.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

คะแนน +1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
คะแนน 0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
คะแนน -1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.7 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 – 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงหาที่ใช้ได้ ซึ่งได้มีการแก้ไขปรับปรุงโจทย์ปัญหา แก้ไขตัวเลือก และปรับแก้ความยาก – ง่าย ของข้อสอบเพื่อให้ทันเวลาที่กำหนด

3.8 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนสองกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร หลังจากที่ได้รับภารกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย คำถามด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำถามที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์จากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง ให้ครอบคลุมทุกข้อคำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

คะแนน +1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
คะแนน 0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

4.5 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งจัดว่าเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชีวิต

4.6 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินขั้นตอนตามรูปแบบแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1998) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติการ การสังเกต และการสะท้อนผล โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	เรื่อง	วันที่ใช้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ความหมายของลોકการิทึม	11 กุมภาพันธ์ 2563	1
	กราฟของฟังก์ชันลોકการิทึม	12 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การหาค่าลอคการิทึม	13 กุมภาพันธ์ 2563	1
2	ลอคการิทึมสามัญ	18 กุมภาพันธ์ 2563	1
	แอนติลอคการิทึม	19 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การเปลี่ยนฐานลอคการิทึม	20 กุมภาพันธ์ 2563	1
3	สมการลอคการิทึม	25 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การประยุกต์ของฟังก์ชันลอคการิทึม (การวัดระดับความเข้มเสียง)	26 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การประยุกต์ของฟังก์ชันลอคการิทึม (ระดับความเป็นกรดเบสของสารละลาย)	27 กุมภาพันธ์ 2563	1
รวม			9

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สสำรวจและสังเกตปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งศึกษาความต้องการและศักยภาพพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคมที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลา 3 ชั่วโมง ตามสาระการเรียนรู้ของวงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1

3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

3.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง

4. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อย นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำแนะนำ และพร้อมแก้ไข

5. นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง และความถูกต้องของผลการเรียนรู้

6. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือตามที่คุณเชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยแผนที่สร้างในวงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของลอการิทึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การหาค่าลอการิทึม

2. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากใบกิจกรรม ใบงาน และวิเคราะห์ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง เพื่อนำไปสะท้อนผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากใบกิจกรรม ใบงาน และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ตัวแทนนักเรียนที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แล้วนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1
2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 3 ชั่วโมง ตามสาระการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ได้รับการแก้ไขและปรับปรุงจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ลอการิทึมสามัญ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 แอนติลอการิทึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเปลี่ยนฐานลอการิทึม

2. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากไปกิจกรรม ใบบงาน และวิเคราะห์ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง เพื่อนำไปสะท้อนผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากไปกิจกรรม ใบบงาน และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ตัวแทนนักเรียนที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แล้วนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. ศึกษาหาวิธีการแก้ไข้ปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 2
2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 3 ชั่วโมง ตามสาระการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่ได้รับการแก้ไข้และปรับปรุงจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมการลอการิทึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม

(การวัดระดับความเข้มเสียง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม

(ระดับความเป็นกรดเบสของสารละลาย)

2. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากไปกิจกรรม ใบบงาน และวิเคราะห์ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง เพื่อนำไปสะท้อนผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากใบกิจกรรม ใบงาน คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ผลว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ตัวแทนนักเรียนที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และตัวแทนนักเรียนที่มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 70

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}), ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียนจากการเก็บข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินศึกษาการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยคำนวณจากสูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความ
กับลักษณะพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

2.2 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{N(\Sigma X) - (\Sigma X^2)}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

พหุ มณฑล โด ชเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ กับกลุ่มเป้าหมาย 24 คน ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้การจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ แล้วนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและสังเกตปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 45 คน พบว่ามีนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จำนวน 24 คน ผู้วิจัยจึงศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแบบต่างๆ ที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้ให้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และเขียนแผนจากจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. ชั้นปฏิบัติการ

การปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของลอการิทึม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การหาค่าลอการิทึม ซึ่งทั้ง 3 แผน ถูกออกแบบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define)

ขั้นที่ 2 การประเมินปัญหา (Assess)

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (Plan)

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผน (Implement)

ขั้นที่ 5 การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป (Communicate)

หลังจกดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 มีจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ชั้นสังเกตการณ์

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อวัดความสามารถในการแสดงวิธีหาคำตอบของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยวัดได้จากการตอบคำถามในแต่ละชั้น ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2 คะแนน 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา 3 คะแนน 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 3 คะแนน และ 4) การสรุปคำตอบ 2 คะแนน คะแนนรวม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ วิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 11 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นรายบุคคล

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ชั้นที่ 1 (6)	ชั้นที่ 2 (9)	ชั้นที่ 3 (9)	ชั้นที่ 4 (6)		
1	6	6	9	6	27	90.00
2	6	6	9	4	25	83.33
3	6	6	9	5	26	86.67
4	6	6	6	4	22	73.33
5	6	3	9	5	23	76.67
6	6	4	8	5	23	76.67
7	6	6	9	6	27	90.00
8	6	6	9	6	27	90.00
9	4	2	6	4	16	53.33
10	5	5	8	6	24	80.00
11	5	9	9	6	29	96.67
12	6	3	9	6	24	80.00
13	4	7	5	4	20	66.67
14	6	0	9	6	21	70.00

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ชั้นที่ 1 (6)	ชั้นที่ 2 (6)	ชั้นที่ 3 (6)	ชั้นที่ 4 (6)		
15	4	0	5	4	13	43.33
16	6	6	8	5	25	83.33
17	6	6	9	6	27	90.00
18	4	2	6	3	15	50.00
19	6	4	9	6	25	83.33
20	4	4	8	6	22	73.33
21	4	6	6	4	20	66.67
22	6	7	6	4	23	76.67
23	4	0	7	4	15	50.00
24	6	5	5	3	19	63.33
\bar{X}	5.33	4.54	7.63	4.92	22.42	74.72
ร้อยละ	88.89	50.46	84.72	81.94	-	-
S.D.	0.917	2.395	1.555	1.060	4.333	14.444

จากตาราง 11 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 29.17 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 22.42 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในชั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.33 คิดเป็นร้อยละ 88.89 ของคะแนนเต็ม ชั้นที่ 2 การหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.54 คิดเป็นร้อยละ 50.46 ของคะแนนเต็ม ชั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 7.63 คิดเป็นร้อยละ 84.72 ของคะแนนเต็ม และชั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.92 คิดเป็นร้อยละ 81.94 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเห็นได้ว่าในชั้นที่ 2 อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 7 คน คือนักเรียนคนที่ 9, 13, 15, 18, 21, 23 และ 24 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลในการเขียนคำตอบและการประเมินผลการทดสอบ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังภาพประกอบต่อไปนี้

3. ให้หาค่าลอการิทึมที่กำหนดให้ โดยใช้สมบัติของลอการิทึม

$$(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ... หาค่าลอการิทึม X

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้... $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ ✓ 1

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

การแก้สมการโดยใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a x^k = k \log_a x$ $\log_a x^k = \frac{1}{k} \log_a x$ ✓ 1

เมื่อ $a, m, n > 0$ และ k เป็นจำนวนจริง และ $\log_a a = 1$ ✓ 1

วางแผนการแก้ปัญหา

① ให้สมบัติลอการิทึมในการหาค่าแต่ละตัว แล้วแทนค่า $(\log_3 81)(\log_5 125)$ สามารถหาค่าของแต่ละตัว ✓ 2

$(\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ จากนั้นสรุปคำตอบที่โจทย์ต้องการ ✓ 2

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$

$= (\log_3 3^4)(\log_5 5^3) + (\log_{3^3} 3^4)(\log_{2^{-1}} 2^6)$ ✓

$= (4 \cdot \log_3 3)(3 \cdot \log_5 5) + (\frac{4}{3} \log_3 3)(\frac{6}{-1} \log_{2^{-1}} 2)$ ✓ 3

$= (4 \times 1) + (-\frac{8}{3}) \cdot (-\frac{1}{2})$ ✓

$= 4 + \frac{4}{3}$ ✓

$= 4$ ✓

สรุปคำตอบ

ดังนั้น $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64) = 4$ ✓ 2

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 2 พบว่า นักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องไม่มีการคำนวณผิดพลาด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ครบถ้วน ซึ่งนักเรียนควรเขียนตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ “ค่าลอการิทึมของ $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ ”

3. ให้หาค่าลอการิทึมที่กำหนดให้ โดยใช้สมบัติของลอการิทึม

$(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ... $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ ✓

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้... $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ ✓

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

สมบัติของลอการิทึมต่าง ๆ × 0

วางแผนการแก้ปัญหา

แก้สมการโดยใช้สมบัติของลอการิทึม × 0

ดำเนินการแก้ปัญหา

$(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$

$= (\log_3 3^4)(\log_5 5^3) + (\log_{3^3} 3^4)(\log_{2^{-1}} 2^6)$ ✓

$= (4 \log_3 3)(3 \log_5 5) + (\frac{4}{3} \log_3 3)(\frac{6}{-1} \log_2 2)$ ✓ 2

$= 12 + 8$ ×

$= 20$ ×

สรุปคำตอบ

ตอบ $(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64) = 20$ × 0

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 3 พบว่า นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้องครบถ้วน แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนควรระบุสมบัติที่ใช้ในการหาคำตอบ นั่นคือ “ใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a a = 1$, $\log_a x^k = k \log_a x$ และ $\log_{a^k} x = \frac{1}{k} \log_a x$ เมื่อ $a, M > 0$ และ $k \in R$ ” และควรเขียนวางแผนการแก้ปัญหาให้ชัดเจนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน นั่นคือ “1) โดยใช้สมบัติลอการิทึมในการหาค่าของ $\log_3 81$, $\log_5 125$, $\log_{27} 81$ และ $\log_{\frac{1}{2}} 64$ 2) นำผลคูณของ $\log_3 81$ กับ $\log_5 125$ บวกกับผลคูณของ $\log_{27} 81$ กับ $\log_{\frac{1}{2}} 64$ แล้วสรุปคำตอบ” นอกจากนี้ในการดำเนินการแก้ปัญหาของ

นักเรียน นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาก็ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากมีการคำนวณผิดพลาด จึงทำให้สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งการแก้ปัญหาก็ถูกต้องในบรรทัดที่สามของการดำเนินการแก้ปัญหาคือ $12 - 8 = 4$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรมติการที่ 1 ดังตารางที่ 11 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่เห็นว่ามีความเหมาะสมรวมต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสรุปประเด็น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ

ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ โดยนักเรียนต้องอ่านโจทย์และทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน เขียนตอบโดยการลอกข้อความหรือประโยคบางส่วนจากโจทย์ปัญหาในข้อนั้น สำหรับโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องการถามหลายคำถาม นักเรียนจะมีความสับสนในสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง จึงส่งผลให้นักเรียนเขียนข้อมูลหรือตอบคำถามได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ผมเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูทำข้อสุดท้ายไม่ทันค่ะ หนูไม่ได้เขียนตอบเลย...”

(นักเรียนคนที่ 21, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 2 การหาแนวทางการแก้ปัญห

ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหและวางแผนการแก้ปัญห ซึ่งเป็นการประเมินการแก้ปัญห เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญห ซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้มาจากการประสบการณ์ แล้วนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์หาหลักการและเสนอวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสม เพื่อวางแผนการดำเนินงาน จัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญห ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่เขียนตอบในขั้นนี้เลย นักเรียนไม่สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหและไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหได้ เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบสมบัติที่ใช้ในการแก้ปัญหหรือวิธีการแก้ปัญหในข้อนั้น นักเรียนบางคนเขียนวิธีการแก้ปัญหได้แต่ไม่ละเอียดและไม่เขียนอธิบายจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญห ใช้ภาษาในการสื่อความหมายไม่ชัดเจน เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...หนูแสดงวิธีทำได้ค่ะ แต่ไม่รู้ว่าต้องเขียนวางแผนอย่างไร หนูเลยเขียนตอบสั้นๆ...”

(นักเรียนคนที่ 24, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมจำสมบัติได้ร่างๆครับ ไม่รู้ว่าต้องเริ่มเขียนยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 18, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ แสดงวิธีทำ และ คำนวณคำตอบ ตามแผนดำเนินการที่วางไว้ ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้ นักเรียนไม่สามารถนำคุณสมบัติมาใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่แสดงวิธีทำแต่ทำได้ไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

“...ผมไม่รู้จะเลือกใช้สมบัติไหนมาใช้แก้ปัญหา ผมแสดงวิธีทำไม่เสร็จครับ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมแสดงวิธีทำไปเรื่อยๆแล้วมันติด ไปต่อไม่ได้ ผมเลยไม่ทำต่อครับ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ในขั้นนี้เป็นการสรุปคำตอบที่ได้จากการคำนวณในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องเมื่อมีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้อง ซึ่งในการดำเนินการตามแผนที่วางไว้จะต้องได้ก็ต่อเมื่อมีการวางแผนได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และระบุได้ว่าโจทย์ให้อะไรมาและโจทย์ต้องการ

“...ผมแสดงวิธีทำเสร็จจนได้คำตอบแค่ข้อเดียว ข้อที่เหลือผมหาคำตอบไม่ได้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 18, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูแสดงวิธีทำไม่เสร็จทำให้ไม่ได้คำตอบค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 24, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC สรุปได้ว่า นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับวิธีการสอนที่จะต้องทำเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการ และมีนักเรียน

บางส่วนที่ยังเรียนตามเพื่อนไม่ทันแต่ไม่ถามหรือแสดงความคิดเห็นใดๆ แล้วปล่อยผ่านไปเลย ซึ่งเห็นได้ชัดจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...หนูเรียนไม่รู้เรื่องเลยคะ เป็นเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน เรียนไม่ทันแต่ไม่กล้าถามคะ...”

(นักเรียนคนที่ 9, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูไม่เคยเรียนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนแบบนี้คะ ไม่รู้ว่าแต่ละขั้นเขียนยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 24, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากใบงาน ใบกิจกรรม แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังมีนักเรียนจำนวน 7 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาที่เจอโจทย์แล้วแสดงวิธีทำเลย จึงไม่สามารถเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน	1. เพิ่มเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
2. นักเรียนยังยึดติดกับการที่ครูจะต้องเป็นผู้ให้ความรู้และพาแสดงวิธีการหาคำตอบทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนไม่แสดงความคิดด้วยตัวเอง	2. เพิ่มตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกัน สร้างตัวอย่างที่เริ่มต้นจากข้อง่ายๆ เพื่อให้ทำเรียนทำได้และมีกำลังใจในการทำข้อต่อไป
3. ไม่มีความมั่นใจในการตอบเมื่อครูถามและไม่กล้าถามครูเมื่อเกิดข้อสงสัยในสิ่งที่ครูสอน	3. ถ้านักเรียนตอบไม่ได้หรือตอบผิดไม่ควรดุ ควรชี้แนะแนวคำตอบหรือให้เพื่อนช่วยตอบ

วงจรถวายปฏิบัติที่ 2

1. ขั้นวางแผน

หลังจากผู้วิจัยได้ทราบปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำเทคนิค Think - Pair - Share มาร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งเทคนิค Think - Pair - Share จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน มีการอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นมากขึ้น โดยครูผู้สอนจับคู่ให้นักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนที่อ่อนกว่า เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน ช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหา ครูผู้สอนเปลี่ยนรูปแบบคำถามให้มีความชัดเจน เป็นคำถามที่ใช้บ่งชี้หรือระบุคำตอบจากคำถาม เพิ่มตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนฝึกฝน และสรุปความรู้ หลักการ อธิบายขั้นตอนแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาก่อนทำใบงาน

2. ขั้นปฏิบัติการ

ในวงจรถวายปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ลอการิทึมสามัญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 แอนติลอการิทึม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเปลี่ยนฐานลอการิทึม ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define)

ขั้นที่ 2 การประเมินปัญหา (Assess) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ขั้น Think

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (Plan) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ขั้น Pair

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผน (Implement)

ขั้นที่ 5 การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป (Communicate) ร่วมกับเทคนิค

เพื่อนคู่คิด ขั้น Share

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 มีจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ชั้นสังเกตการณ์

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อวัดความสามารถในการแสดงวิธีหาคำตอบของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยวัดได้จากการตอบคำถามในแต่ละชั้น ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2 คะแนน 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา 3 คะแนน 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 3 คะแนน และ 4) การสรุปคำตอบ 2 คะแนน คะแนนรวม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ วิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 13 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นรายบุคคล

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ชั้นที่ 1 (6)	ชั้นที่ 2 (9)	ชั้นที่ 3 (9)	ชั้นที่ 4 (6)		
1	6	7	5	4	22	73.33
2	6	7	6	4	23	76.67
3	6	9	9	6	30	100.00
4	6	5	6	4	21	70.00
5	6	9	6	2	23	76.67
6	6	6	4	1	17	56.67
7	6	6	8	6	26	86.67
8	6	8	6	6	26	86.67
9	4	3	3	2	12	40.00
10	6	7	6	4	23	76.67
11	6	9	6	4	25	83.33
12	6	6	6	4	22	73.33
13	6	4	6	4	20	66.67
14	6	3	4	2	15	50.00
15	6	3	3	2	14	46.67

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ขั้นที่ 1 (6)	ขั้นที่ 2 (9)	ขั้นที่ 3 (9)	ขั้นที่ 4 (6)		
16	6	6	5	6	23	76.67
17	6	7	8	4	25	83.33
18	6	1	3	2	12	40.00
19	6	6	6	5	23	76.67
20	6	5	6	5	22	73.33
21	6	5	9	5	25	83.33
22	6	5	6	6	23	76.67
23	5	3	2	0	10	33.33
24	6	5	7	4	22	73.33
\bar{X}	5.88	5.63	5.67	3.83	21.00	70.00
ร้อยละ	97.92	62.50	62.96	63.89	-	-
S.D.	0.448	2.102	1.834	1.711	5.073	16.911

จากตาราง 13 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 29.17 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 21.00 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.88 คิดเป็นร้อยละ 97.92 ของคะแนนเต็ม ขั้นที่ 2 การหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.63 คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของคะแนนเต็ม ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.67 คิดเป็นร้อยละ 62.96 ของคะแนนเต็ม และขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.83 คิดเป็นร้อยละ 63.89 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเห็นได้ว่าในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนในขั้นที่ 2 3 และ 4 อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 7 คน คือนักเรียนคนที่ 6, 9, 13, 14, 15, 18 และ 23 มีคะแนนความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลในการเขียนคำตอบและการประเมินผลการทดสอบ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังภาพประกอบต่อไปนี้

1. ถ้ากำหนด $\log 4.85 = 0.6857$ จงหาค่าของ $\log 4,850,000$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ... $\log 4,850,000$ ✓ 2

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้... $\log 4.85 = 0.6857$ ✓

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

ใช้สมบัติของลอการิทึม ✗ 0

วางแผนการแก้ปัญหา

ได้สมมติฐานว่าลอการิทึมของจำนวน 70 จะใช้รูปแบบ $N = A \times 10^k$ ✓ 1

ดำเนินการแก้ปัญหา

$\log 4,850,000 = \log (4.85 \times 10^6)$ ✓ 1

$= \log 4.85 + \log 10^6$ ✗

$= 0.6857 + \log 10^6$ ✗

$= 0.6857 + 6$ ✗

$= 6.6857$ ✗

สรุปคำตอบ

$\log 4,850,000 = 6.6857$ ✗ 0

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 4 พบว่า ในขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบได้ไม่ชัดเจน ควรระบุสมบัติหรือรูปแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหานั้นมีร่องรอยของการเขียนตอบ แต่เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งนักเรียนควรเพิ่มรูปแบบการหาค่าลอการิทึมสามัญให้ครบถ้วน คือ

$\log N = \log(A \times 10^n) = \log A + \log 10^n = \log A + n$ ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนได้แสดงวิธีทำได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากใช้รูปแบบการคำนวณไม่ถูกต้องทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

1. ถ้ากำหนด $\log 4.85 = 0.6857$ จงหาค่าของ $\log 4,850,000$

ทำความเข้าใจปัญหา
 สิ่งที่เกี่ยวข้องการทราบ..... $\log 4,850,000$ ✓ 2
 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้..... $\log 4.85 = 0.6857$ ✓

หาแนวทางการแก้ปัญหา
 ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ
 - ความรู้เรื่อง \log ของจำนวน
 - การแปลงค่า \log ของจำนวน $N = A \times 10^n$ ✓ 1

วางแผนการแก้ปัญหา
 1. พิจารณาโดยใช้สมบัติของ \log $\log N = \log(A \times 10^n) = \log A + \log 10^n = \log A + n$ ✓
 2. แทนค่า $\log 4.85$ ที่ทราบค่าลงในสมการ $\log N = \log A + n$ ✓
 3. สรุปคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ✓ 2

ดำเนินการแก้ปัญหา
 $\log 4,850,000 = \log(4.85 \times 10^6)$ ✓
 $= \log 4.85 + \log 10^6$ ✗
 $= 0.6857 + 6$ ✗ 1
 $= 6.6857$ ✗

สรุปคำตอบ
 คำตอบคือ $\log 4,850,000$ มีค่าเท่ากับ 6.6857 ✗
 นักเรียนได้คำตอบ 4.1142 ✗ 0

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 5 พบว่า ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหากจากการวางแผนได้ แต่แสดงวิธีการแก้ปัญหามีได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากใช้รูปแบบการคำนวณไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องด้วย การดำเนินการแก้ปัญหามีได้ถูกต้อง คือ $\log 4,850,000 = \log(4.85 \times 10^6) = \log 4.85 + \log 10^6 = 0.6857 + 6 = 6.6857$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจร ปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 12 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่เห็นว่ามีความเหมาะสมรวมต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสรุปประเด็น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ

หลังจากปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน เขียนตอบโดยการลอกข้อความหรือประโยคบางส่วนจากโจทย์ปัญหาในข้อนั้น สำหรับโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องการถามหลายคำถาม นักเรียนจะมีความสับสนในสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์ให้มาคืออะไรบ้าง จึงส่งผลให้นักเรียนเขียนข้อมูลหรือตอบคำถามได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...หนูไม่รู้ว่าจะโจทย์ต้องการถามอะไรกันแน่ หนูก็เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ครบค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 9, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 2 การหาแนวทางการแก้ปัญหา

หลังจากปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พัฒนาการในการวางแผนการแก้ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ละเอียดมากขึ้น แต่ไม่ได้ระบุเป็นข้อๆ นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหตามความเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบสมบัติ รูปแบบ หลักการ หรือวิธีการแก้ปัญหาในข้อนั้น นักเรียนบางคนที่ยังเขียนอธิบายจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและใช้ภาษาในการสื่อความหมายไม่ชัดเจน เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ผมจำรูปแบบที่ใช้หาลอการิทึมสามัญไม่ได้ ทำให้ผมเขียนวางแผนหาลอการิทึมสามัญกับแอนติ ลอการิทึมไม่ได้เลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 18, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

หลังจากปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้เนื่องจากไม่ได้วางแผนการแก้ปัญหาหรือวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และมีนักเรียนบางส่วนแสดงวิธีทำได้ไม่สิ้นสุดจึงไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ใช้คุณสมบัติผิดในบางขั้นตอนของการแสดงวิธีทำ นักเรียนมีการแสดงวิธีทำแต่มักคำนวณผิดพลาด ใช้รูปแบบผิดตั้งแต่บรรทัดแรกซึ่งต้องมีวงเล็บหลัง log ทำให้การคำนวณลำดับต่อไปไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...หนูวางแผนผิดค่ะ ทำให้แสดงวิธีทำและได้คำตอบไม่ถูกต้อง...”

(นักเรียนคนที่ 6, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมสับสนเรื่องลอการิทึมสามัญกับแอนติลอการิทึม ผมแสดงวิธีทำไม่เสร็จ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

หลังจากปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง เมื่อมีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้อง ปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ มีนักเรียนเขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากแสดงวิธีทำไม่ได้ถูกต้องหรือแสดงวิธีทำไม่ได้แต่ไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบที่ถูกต้องในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งในการดำเนินการแก้ปัญหาจะถูกต้องได้ก็ต่อเมื่อมีการวางแผนได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และระบุได้ว่าโจทย์ให้อะไรมาและโจทย์ต้องการอะไร

“...หนูทำได้ข้อเดียว ข้อที่เหลือไม่รู้จะเขียนแสดงวิธีทำยังไง เลยไม่ได้คำตอบในสิ่งที่โจทย์ถามค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 23, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ว่า นักเรียนชอบทำงานเป็นคู่มากกว่าทำงานเดี่ยว เพราะได้ปรึกษากับคู่ของตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน แต่ในส่วนของเนื้อหาที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการนี้มีความคล้ายกัน นักเรียนบางส่วนใช้รูปแบบสลับกัน ทำให้แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง ซึ่งเห็นได้ชัดจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...อยากให้ครูยกตัวอย่างเยอะๆ ตอนเรียนก็พอเข้าใจ แต่พอครูให้ทำเองผมแก้ปัญหาไม่ได้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมชอบทำงานเป็นคู่ครับ ได้ปรึกษากันตอนทำใบงาน ได้ถามเพื่อนทันทีตอนไม่เข้าใจครับ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากใบงาน ใบกิจกรรม แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ยังมีนักเรียนจำนวน 7 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 จำนวน 5 คน คือนักเรียนคนที่ 9, 13, 15, 18 และ 23 และนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 2 คน คือนักเรียนคนที่ 6 และ 14 ปัญหาที่พบของนักเรียนทั้ง 7 คนนี้ คือนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ บางคนทราบว่าแก้ปัญหายังไง แต่เขียนเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้ และบางคนจำหลักการในการแก้ปัญหาของลอการิทึมสามัญและแอนติลอการิทึมสลับกัน เนื่องจากมีความคล้ายกัน ทำให้นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องทำให้แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องหรือมีการคำนวณผิดพลาด ส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหากจากวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถระบุสูตร รูปแบบ หลักการ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาที่ได้มาจากการเรียนรู้ในคาบนั้นๆ หรือความรู้จากประสบการณ์เดิม	1. ครูควรเขียนสูตรต่างๆ ค้างไว้บนกระดาน สรุปความรู้หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องในคาบนั้นๆ อีกครั้งก่อนให้ทำใบงาน
2. นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา	2. แจกใบงานเดี่ยว ส่วนใบกิจกรรมให้นักเรียนสลับกันทำคนละข้อโดยให้พูดคุยปรึกษาหารือกันในคู่ของตนเอง
3. นักเรียนใช้เวลาการทำกิจกรรมนานกว่าปกติ เนื่องจากมีการทำกิจกรรมเป็นคู่แบบเพื่อนคู่คิด	3. เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สื่อ ยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา แทนการเขียนบนกระดาน เป็นการกระชับเวลาในการจัดการเรียน การให้ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการทำโจทย์ในใบงานมากขึ้น

วจรปฏิบัติการที่ 3

1. ชั้นวางแผน

หลังจากผู้วิจัยได้ทราบปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เช่นเดิม และได้เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้สื่อ เป็นวิดีโอแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นแทนการเขียนบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในการแก้ปัญหาและเป็นการกระชับเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการฝึกฝนทำโจทย์มากขึ้น ครูผู้สอนกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงาน กำหนดเวลาที่ชัดเจน จากการทำกิจกรรมเปลี่ยนจากการทำใบงานเป็นคู่ เป็นทำใบงานเดี่ยว ส่วนใบกิจกรรมให้นักเรียนสลับกันทำคนละข้อโดยให้พูดคุยปรึกษาหารือกันในกลุ่มของตนเอง

2. ชั้นปฏิบัติการ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมการลอการิทึม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม (การวัดระดับความเข้มเสียง) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม (ระดับความเป็นกรดเบสของสารละลาย) ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share โดยใช้การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define) ใช้การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 การประเมินปัญหา (Assess) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ขั้น Think

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (Plan) ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ขั้น Pair

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผน (Implement)

ขั้นที่ 5 การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป (Communicate) ร่วมกับเทคนิค

เพื่อนคู่คิด ขั้น Share

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 มีจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ชั้นสังเกตการณ์

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อวัดความสามารถในการแสดงวิธีหาคำตอบของ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยวัดได้จากการตอบคำถามในแต่ละชั้น ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2 คะแนน 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา 3 คะแนน 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 3 คะแนน และ 4) การสรุปคำตอบ 2 คะแนน คะแนนรวม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 15 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นรายบุคคล

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ชั้นที่ 1 (6)	ชั้นที่ 2 (9)	ชั้นที่ 3 (9)	ชั้นที่ 4 (6)		
1	6	9	8	5	28	93.33
2	6	9	8	5	28	93.33
3	6	9	8	5	28	93.33
4	6	8	9	5	28	93.33
5	6	8	6	4	24	80.00
6	6	7	9	6	28	93.33
7	6	9	9	5	29	96.67
8	6	9	8	5	28	93.33
9	5	6	3	2	16	53.33
10	6	6	8	5	25	83.33
11	6	9	9	6	30	100.00
12	6	7	9	6	28	93.33
13	6	8	8	4	26	86.67
14	6	7	6	4	23	76.67
15	5	7	7	3	22	73.33
16	6	9	9	5	29	96.67
17	6	9	9	6	30	100.00
18	5	5	8	4	22	73.33

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				คะแนนรวม (30)	ร้อยละ
	ขั้นที่ 1 (6)	ขั้นที่ 2 (9)	ขั้นที่ 3 (9)	ขั้นที่ 4 (6)		
19	6	7	9	6	28	93.33
20	6	9	8	5	28	93.33
21	6	7	8	5	26	86.67
22	6	9	8	5	28	93.33
23	6	7	7	4	24	80.00
24	6	4	6	3	19	63.33
\bar{X}	5.88	7.67	7.79	4.71	26.04	86.81
ร้อยละ	97.92	85.19	86.57	78.47	-	-
S.D.	0.338	1.435	1.414	1.042	3.544	11.815

จากตาราง 15 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 26.04 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.88 คิดเป็นร้อยละ 97.92 ของคะแนนเต็ม ขั้นที่ 2 การหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 7.67 คิดเป็นร้อยละ 85.19 ของคะแนนเต็ม ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 7.79 คิดเป็นร้อยละ 86.57 ของคะแนนเต็ม และขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.71 คิดเป็นร้อยละ 78.47 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีพัฒนาการที่สูงขึ้นในทุกๆ ขั้น และยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 2 คน คือ นักเรียนคนที่ 9 และ 24 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลในการเขียนคำตอบและการประเมินผลการทดสอบ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังภาพประกอบต่อไปนี้

2. น้ำประปามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เท่ากับ 1×10^{-7} โมล/ลิตร ให้หาค่า pH ของน้ำประปาและพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค. pH ของน้ำประปา และพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส ✓
 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ค. ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเท่ากับ 1×10^{-7} ✓

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ ✓ 1
 สูตร ค. คำนวณความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารละลาย

วางแผนการแก้ปัญหา

1. หาค่า $(H^+) = 1 \times 10^{-7}$ โมล/ลิตร ให้หาค่า pH = $\log (H^+)$ ✓
 2. เปรียบเทียบค่า pH ✓
 3. พิจารณาค่า pH ของสารละลาย ✓

ดำเนินการแก้ปัญหา

จากสูตร $pH = \log (H^+)$ ✗
 $pH = \log (1 \times 10^{-7})$ ✗
 $= (\log 1 + \log 10^{-7})$ ✗
 $= 0 + 7$ ✓
 $= 7$ ✓

สรุปคำตอบ

ค. pH ของน้ำประปา เท่ากับ 7 ✓ 1

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 6 พบว่า ในการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนสูตรไม่ถูกต้อง สูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหาคือ $pH = -\log(H^+)$ ในการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากใช้สูตรไม่ถูกต้องทำให้มีการคำนวณผิดพลาด และนักเรียนเขียนสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน ซึ่งต้องพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส

2. น้ำประปามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เท่ากับ 1×10^{-7} โมล/ลิตร ให้หาค่า pH ของน้ำประปาและพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ... ค่า pH ของน้ำประปา และพิจารณาว่าน้ำประปาเป็นกรด เบส หรือกลาง ✓ 2

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้... ค่าของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเท่ากับ 1×10^{-7} ✓

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

สูตรหาค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) จากค่า pH $pH = -\log[H^+]$ ✓ 1

วางแผนการแก้ปัญหา

แทน $[H^+] = 1 \times 10^{-7}$ โมล/ลิตร ใน $pH = -\log[H^+]$ แล้วหาค่า pH

ถ้า $pH > 7$ จะถือว่าเป็นเบส ถ้า $pH < 7$ จะถือว่าเป็นกรด ถ้า $pH = 7$ เป็นกลาง ✓ 2

ดำเนินการแก้ปัญหา

จาก $pH = -\log[H^+]$ ✓

จะได้ $pH = -\log[1 \times 10^{-7}]$ ✓

$= -[\log 1 + \log 10^{-7}]$ ✓ 3

$= -[0 - 7]$ ✓

$= 7$ ✓

สรุปคำตอบ

ค่า pH ของน้ำประปาเท่ากับ 7 ดังนั้นน้ำประปาจึงเป็นกลาง ✓ 2

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 7 พบว่า นักเรียนเขียนคำตอบถูกต้องและครบถ้วนในทุกข้อสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางที่ 15 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่เห็นว่ามีคะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสัมภาษณ์นักเรียนที่เห็นว่ามีคะแนนรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...หนูเริ่มชอบวิชาคณิตศาสตร์เพราะครูเลยคะ หนูเข้าใจที่ครูสอน เวลาที่ทำแบบฝึกหัดหรือตอนทำแบบทดสอบแล้วหนูทำได้ หนูดีใจมากคะ...”

(นักเรียนคนที่ 11, 27 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ตอนทำแบบทดสอบผมจำในสิ่งที่ครูสอนไม่ได้ครับ วิธีการมันมีหลายขั้น ทำเท่าที่ทำได้...”

(นักเรียนคนที่ 15, 27 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ตอนทำแบบทดสอบผมจำในสิ่งที่ครูสอนไม่ได้ครับ ผมไม่ได้เขียนตอบหลายขั้นเลย ค่ะแน่นอนจะหายไปตรงนี้ เคยทำแต่แบบว่าเจอโจทย์แล้วแสดงวิธีทำแล้วก็ตอบเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 18, 27 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...เรียนพอเข้าใจ แต่ตอนทำแบบทดสอบหนูแสดงวิธีทำไม่สุด ข้อที่จำสูตรไม่ได้ก็ไม่ได้ทำเลยคะ...”

(นักเรียนคนที่ 24, 27 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.81 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แต่ยังมีที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 2 คน คือ นักเรียนคนที่ 9 เป็นนักเรียนที่ไม่ให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำสูตร รูปแบบ วิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้ และไม่ถามเพื่อนหรือถามครูผู้สอนเมื่อเกิดข้อสงสัย และนักเรียนคนที่ 24 มีความตั้งใจเรียนแต่ในการทำแบบทดสอบจะมีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและมักจะมีการคำนวณที่ผิดพลาดบ่อยครั้ง

พูน ปณ ภิโต ชีเว

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบงาน การทำงานของนักเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้สรุปการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังตารางที่ 16

ตาราง 16 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
1. ชั้นระบุปัญหา	เริ่มต้นด้วยการใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ในการทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ	- เพิ่มเทคนิค Think – Phar – Share - เพิ่มตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกัน	- เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้สื่อ - ให้ตัวอย่างที่ครอบคลุมกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถปรับใช้กับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ - มีการตกลงเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเป็นคู่
2. ชั้นประเมินปัญหา	ผู้เรียนใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิม ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยครูชี้แนะแนวทางในของคำตอบ	- กระตุ้นความคิดผู้เรียนให้คิดด้วยตนเอง โดยใช้การคำถามที่มีความน่าสนใจ ชัดเจน และบ่งชี้ถึงคำตอบ	- ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน โดยให้ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จากหนังสือเรียน เอกสารใบงานอื่นๆ และอนุญาตให้ใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถาม

ตาราง 16 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
3. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา	ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่ได้รับ โดยครูใช้คำถามมีแนวทางและวิธีการอย่างไร	- ให้จับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมกันวางแผนที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	- ให้จับคู่กับนักเรียนเก่งกับนักเรียนที่อ่อน แบ่งปันความคิดเห็นและร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา - ครูผู้สอนกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
4. ขั้นดำเนินการตามแผน	ผู้เรียนแสดงวิธีทำ โดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้	- ให้ผู้เรียนทำใบงานเป็นคู่ มีการอภิปรายร่วมกันช่วยการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	- ให้ผู้เรียนทำใบงานเดี่ยว โดยให้พูดคุยปรึกษาหารือกันในกลุ่มของตนเอง
5. ขั้นสื่อสารและแลกเปลี่ยน	ผู้เรียนสรุปคำตอบและนำเสนอวิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งครูคอยชี้แนะโดยการใช้คำถาม	- ผู้เรียนและคู่ของตนร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการได้มาของคำตอบกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งครูคอยชี้แนะโดยการใช้คำถาม - มีการสรุปความรู้จากที่เรียนคาบนั้นๆ ก่อนทำใบงาน	

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ได้ผลดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

คนที่	ก่อนการใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC			หลังการใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน
1	9	60.00	น่าพอใจ	13	86.67	ดีเยี่ยม
2	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
3	9	60.00	น่าพอใจ	14	93.33	ดีเยี่ยม
4	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
5	11	73.33	ดี	11	73.33	ดี
6	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
7	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	13	86.67	ดีเยี่ยม
8	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
9	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ
10	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
11	11	73.33	ดี	14	93.33	ดีเยี่ยม
12	9	60.00	น่าพอใจ	12	80.00	ดีเยี่ยม
13	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
14	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	9	60.00	น่าพอใจ
15	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
16	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
17	10	66.67	ค่อนข้างดี	14	93.33	ดีเยี่ยม
18	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
19	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
20	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
21	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
22	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC			หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน
23	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
24	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	9	60.00	น่าพอใจ
\bar{X}	7.46	49.72	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11.13	74.17	ดี
S.D.	1.79			1.94		

จากตาราง 17 พบว่า ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 2 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินค่อนข้างดี จำนวน 1 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินน่าพอใจ จำนวน 2 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 13 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.46 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.79 คิดเป็นร้อยละ 49.72 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดีเยี่ยม จำนวน 12 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 5 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินค่อนข้างดี จำนวน 3 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินน่าพอใจ จำนวน 1 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 2 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 1 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี จากการศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการวัดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในส่วนของเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน และเป็นความรู้ใหม่ที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมจึงยังไม่เกิดความคุ้นชินกับปัญหา (ชัยวัฒน์ ยลระตีโฆษิต, 2562) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

สรุปผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 70.56 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 คิดเป็นร้อยละ 86.81 ของคะแนนเต็ม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี

อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ได้ทำการพัฒนาเป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อการพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ผลดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละชั้นเท่าๆ กัน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 74.72 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.333 ซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีลำดับขั้นตอนที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกของแต่ละขั้น เพื่อให้สื่อความหมายของขั้นตอนที่ชัดเจนและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ แนวคิด DAPIC ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 Define เป็นขั้นระบุปัญหา ผู้วิจัยได้นำเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยการใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจ แล้วระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ในขั้นนี้ช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักการวิเคราะห์ในการอ่านจับประเด็นสำคัญ เพื่อพิจารณารายละเอียดของโจทย์ปัญหา ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการอ่านโจทย์ และสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) ที่กล่าวว่าพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหาจะต้องพัฒนาทักษะการอ่าน เพราะการอ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจปัญหาที่จำเป็นต้องใช้สมาธิ ใช้ความพยายามในการเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และจะต้องสามารถ

วิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลส่วนใดสำคัญบ้าง ขั้นที่ 2 Access เป็นขั้นประเมินปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องบอกได้ว่าจะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอสำหรับการวางแผนและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ที่เคยพบเจอมาก่อนจากโจทย์ปัญหา เพื่อระบุข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป้าหมายในขั้นนี้ก็คือการศึกษเกี่ยวกับแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ดังนั้นจะต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอผู้แก้ปัญหาก็ต้องสืบหาข้อมูลมาเพื่อแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 Plan เป็นขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลในขั้นระบุปัญหากับขั้นประเมินปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหากจากใบกิจกรรมและใบงานเป็นรายบุคคล เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง วิเคราะห์การแก้ปัญหเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง และสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ ขั้นที่ 4 Implement เป็นขั้นดำเนินการตามแผน แสดงวิธีแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับสิ่งโจทย์ต้องการและสิ่งโจทย์กำหนดให้หรือไม่ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนแผนให้ดีขึ้น จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนจัดลำดับการคิดของตนเอง ให้ความสำคัญกับการคำนวณ ส่งผลให้ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) กล่าวว่า ในขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนจะต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ในการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น ควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาตามความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ และขั้นที่ 5 Communicate เป็นขั้นสื่อสารและแลกเปลี่ยน ผู้วิจัยให้นักเรียนนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วสรุปเป็นคำตอบให้ถูกต้องและครบถ้วน นำเสนอคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556) กล่าวว่า การตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่พอ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตีความหมายของคำตอบชี้ให้เห็นว่าการตีความหมายของคำตอบนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกับวิธีการหาคำตอบ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยัง

พบว่ามึนักเรียนอีกจำนวน 7 คน ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนในการทำใบกิจกรรม ใบงาน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้อาจจะยังยึดติดกับการที่ครูจะต้องเป็นผู้ให้ความรู้และพาแสดงวิธีการหาคำตอบทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนไม่แสดงความคิดด้วยตัวเอง ไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถามเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือฟังไม่ทันในสิ่งที่ครูชี้แจงนักเรียนไม่กล้าถามครูจึงส่งผลให้นักเรียนไม่มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอน นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาที่เจอโจทย์แล้วแสดงวิธีทำเลย จึงไม่สามารถเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญญา แนวดวง (2561) ได้พบว่า เมื่อใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายกับเพื่อนแล้วนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของตัวเอง นักเรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น จนทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดของตนเองให้รู้จักสังเกต คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และหาข้อสรุปด้วยตนเอง นำไปสู่การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเทคนิค Think - Pair - Share มาร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งเทคนิค Think - Pair - Share จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน มีการอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นมากขึ้น โดยครูผู้สอนจับคู่ให้นักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนที่อ่อนกว่า เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน ช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหา ครูผู้สอนเปลี่ยนรูปแบบคำถามให้มีความชัดเจน เป็นคำถามที่ใช้บ่งชี้หรือระบุคำตอบจากคำถาม เพิ่มตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนฝึกฝน และสรุปความรู้ หลักการ อธิบายขั้นตอนแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาก่อนทำใบงาน การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติเองโดยมีเพื่อนคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นปรึกษาหารือกัน คนที่อ่อนได้เรียนรู้กับคนที่เก่งกว่า ทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตอบคำถามมากขึ้น เป็นคู่หูช่วยกันเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสมบัติการจรรักษ์พงศ์ (2547) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิดจะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น และช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แต่ยังมีนักเรียนอีกจำนวน 7 คน ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สาเหตุอาจจะเนื่องจากเนื้อหาใหม่และยากขึ้น นักเรียนขาดความรู้พื้นฐาน นักเรียนยังไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ (วิชญ์นภาพันธ, 2561) บางคนทราบว่าจะแก้ปัญหายังไร แต่เขียนเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้ บางคนจำ

รูปแบบทั่วไปในการใช้ในการแก้ปัญหาของลอการิทึมสามัญและแอนติลอการิทึมสลับกัน เนื่องจากมีความคล้ายกัน ทำให้นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ส่งผลให้แสดงวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องด้วย ดังนั้นจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องตามมา นักเรียนไม่สามารถระบุสูตรรูปแบบ หลักการ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาที่ได้มาจากการเรียนรู้ในคาบนั้นๆ หรือความรู้จากประสบการณ์เดิม นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา และใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานทำให้เวลาไม่เพียงพอ ส่งผลให้การฝึกการแก้โจทย์ปัญหาน้อย ดังนั้น การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์มากขึ้นนั้น ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537) ได้มีแนวคิดที่ว่านักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนกับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน ฝึกทำอยู่เป็นประจำจนเกิดความชำนาญ นักเรียนจะได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีเพื่อที่จะนำไปใช้กับการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3 ในวงจรรูปปฏิบัติการนี้ ผู้วิจัยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เช่นเดิม และได้เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้สื่อ เป็นวิดีโอแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นแทนการเขียนบนกระดาน เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในการแก้ปัญหาและเป็นการกระชับเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการฝึกฝนทำโจทย์มากขึ้น ครูผู้สอนกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงาน กำหนดเวลาที่ชัดเจน จากการทำกิจกรรมเปลี่ยนจากการทำใบงานเป็นคู่เป็นทำใบงานเดี่ยว ส่วนใบกิจกรรมให้นักเรียนสลับกันทำคนละข้อโดยให้พูดคุยปรึกษาหารือกันในกลุ่มของตนเอง ซึ่งในวงจรรูปปฏิบัติการนี้ มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่มีเทคนิคและสื่อที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนได้แก้ปัญหามีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่แสดงให้เห็นในชั้นทำความเข้าใจ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ โดยมีเพื่อนคอยช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ร่วมกันอภิปรายผล แล้วนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้ในใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบ ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออกในการตอบคำถามและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิริพร ทิพย์คง (2545) ที่กล่าวว่า การอภิปรายร่วมกันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นนักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟัง ตลอดจนทักษะการคิด ซึ่งทำให้นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น และยังมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33 ของกลุ่มเป้าหมายที่ยังมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากนักเรียนขาดเรียนบ่อย ไม่ให้ความสำคัญกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่พยายามที่จะเรียนรู้ ทำให้เรียนไม่ทันและไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

จากการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในรายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากการจัดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน นักเรียนมีการวางแผนก่อนดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์เดิมและจากการเรียนรู้ในชั้นเรียนแก้ปัญหาจนสิ้นสุดได้คำตอบสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทำ ทั้งนี้การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น กล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น นักเรียนที่อ่อนพยายามที่จะเรียนรู้โดยมีนักเรียนเก่งกว่าคอยช่วยสอน มีการทำงานร่วมกันปรึกษาหารือกันเป็นคู่ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรชัย วงศ์จันเสื่อ (2555) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รศกมลรัตน์ ศรีภิรมย์ (2563) พบว่า ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 26.84 คิดเป็นร้อยละ 89.47 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยได้ทำการศึกษาก่อนและหลังการใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการวัดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในส่วนของเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน และเป็นความรู้ใหม่ที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมจึงยังไม่เกิดความคุ้นชินกับปัญหา จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังการใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นการหาคำตอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลิขิต สุเมธานุสรณ์ (2556) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรกมล บุญรักษา (2561) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ ควรคำนึงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนความรู้พื้นฐานเดิมไม่เท่ากัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และมีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นนักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีการจัดกิจกรรมไปตามวัตถุประสงค์

1.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แนวคิด DAPIC ครูผู้สอนควรเน้นขั้นการวางแผนการแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา เนื่องจากในการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนมักคำนวณผิดพลาด แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงทำให้สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง ดังนั้น ครูผู้สอนควรชี้ให้เห็นความสำคัญของการวางแผนในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนฝึกฝนมากขึ้นในการวางแผนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือบทประยุกต์ เช่น การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้โจทย์ปัญหาความน่าจะเป็น เป็นต้น

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม



พหุบัน ปรณ ทิโต ชีเว

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กำจร มณีแก้ว. (2539). *ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงาน สถาบันราชภัฏ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2557). *วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 1(12), 29-31.*
- จักรกฤษ แกมเงิน. (2557). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการและโจทย์ปัญหาตามแนวคิดวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชมนาค เชื้อสุวรรณทวิ. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์:จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- ฐิติมา พูลเกษม. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ, 10(2), 1-2.*
- ณัฐพันธ์ เขจรนนท์ และคณะ. (2546). *กลยุทธ์การสร้างองค์การคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: ธรรมมลการพิมพ์.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย*. กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.

- ธัญญา แนวดวง. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อ
 มโนทัศน์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และ
 สังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 20(1), 29–41.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. บริษัท ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ จำกัด.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่
 13 นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9
 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย
 ธรรมาธิราช.
- พวงแก้ว โคจรานนท์. (2530). *บุคลิกภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
 5 และ 6 โรงเรียนประถมสังกัดกองการศึกษาเทศบาลเมืองอุดร*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์
 มหบัณฑิต สาขาการประถม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2551). *ทักษะ 5 C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และ
 การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2551). *เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Mentor Coached Think-Pair-
 Share เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้ออนไลน์*. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้า
 พระนครเหนือ*, 18(1).
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 17,
 11–15.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2542). *การแก้ปัญหา*. *วารสารคณิตศาสตร์*, 42, 485–487.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รศกมลรัตน์ ศรีภิรมย์. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการคิด
 อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS
 ร่วมกับแนวคิด DAPIC*. กรุงเทพฯ: 739–750.

- รัตนา เจียมบุญ. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอน แบบร่วมมือประกอบการสอน แบบ Teams – Gamed – Tournament กั้กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลิขิต สุขธานุสรณ์. (2556). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรกมล บุญรักษา. (2561). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิษณุ นภาพันธ. (2561). การศึกษาลักษณะการไหลเหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียน ระดับประถมศึกษาตอนปลาย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2(1), 31.
- ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ จันทนา เลือดกรุงศรี ผดุงศักดิ์ วิศิษฎ์วุฒิกุล บุญทวี อรุณมาศ ยรรยง ปกป้อง และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2542). การศึกษาสภาพปัญหาและความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. งานวิจัยอุดหนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สมบัติ การจนารักพงศ. (2547). 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย : การเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ธารอักษร.
- สมศักดิ์ สินธระเวชญ์. (2544). กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนระดับประถมศึกษา. โรงพิมพ์วัฒนาพานิชย์.
- สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). *พัฒนาทักษะการคิด...ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9110 เทคนิคพรินต์ติ้ง.

สุณิสา สุมิตรณะ. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 28(2), 13-24.

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรัตน์นารถ ศาสตร์นอก. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสาร ศึกษาครุศาสตร์มหาวิทยาลักษณ์ขอนแก่น*, 2, 15.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

สุวิมล ว่องวานิช. (2543). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และ สังคมศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

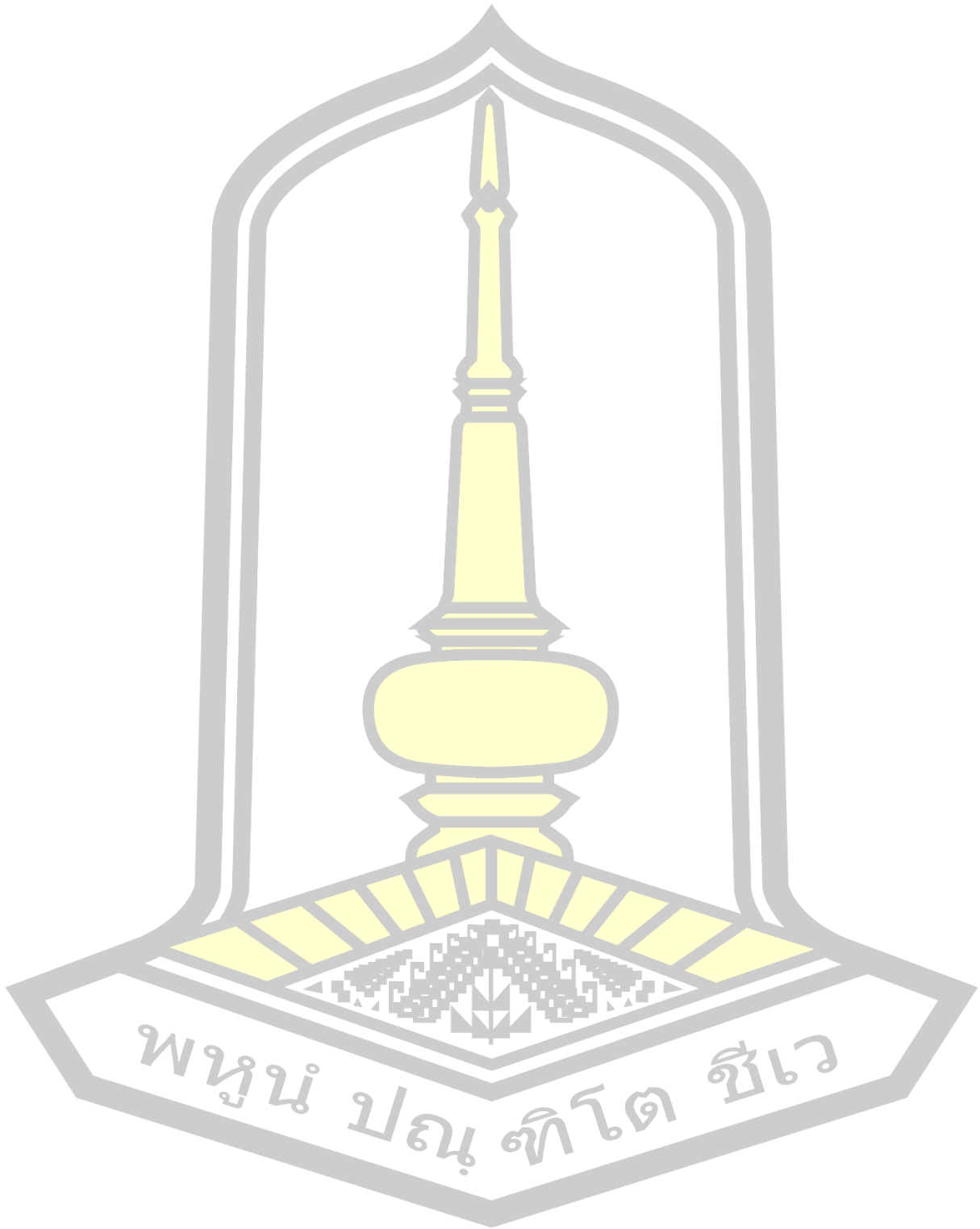
Anderson, K. B., & Pingry, R.E. (1973). *Problem solving in mathematic : Its theory and practice*. Washington, D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.

Anderson, S.B., & Ball S. (1978). *The Profession and Practice of Program Evaluation*. Jossey - Badd Publishers.

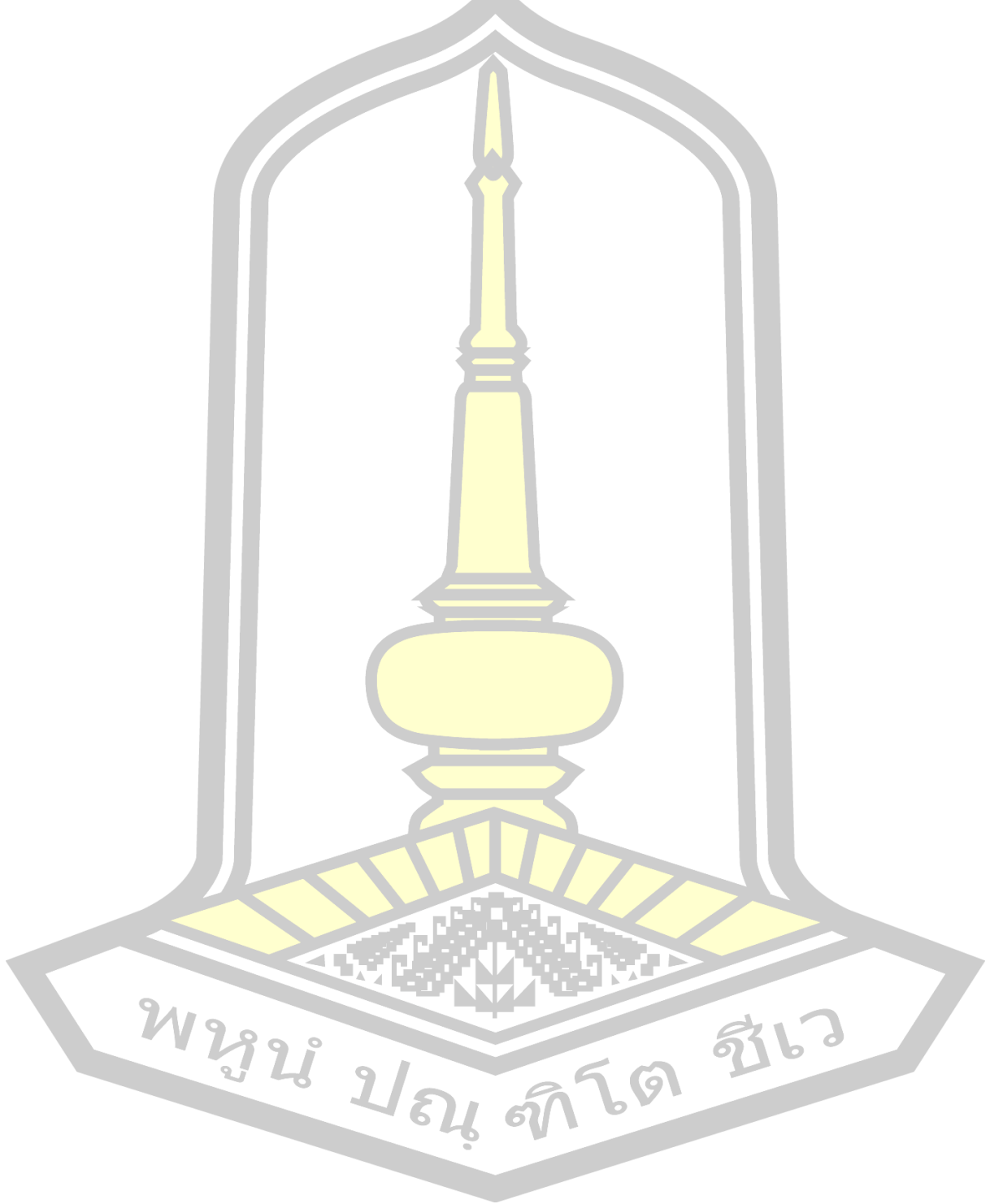
Bloom, B. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. McGraw-Hill Book Company.

- Byerley, R. (2002). *Using Multimedia and "Active Learning" Techniques to "Energize" An introductory Engineering Thermodynamics Class*. Frontiers in Education Conference.
- Center for Mathematics Science and Technology. (1998). *IMaST At a Glance: Integrated mathematics, science, and technology*. Illinois State University.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in solving problem*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Deakin University Press.
- Kristin, Getter L., and Bradley, Rowe D. (2008). *Using Simple Cooperative Learning Techniques in a Plant Propagation Course*. Michigan State University.
- Krulik, S., & Reys, R.E. (1977). "Problem Solving and Strategy Games," in *The Mathematic Teacher*. New York: McGraw – Hill.
- Levin, R. (2008). *Ninside Jennifer's 1st Grade Classroom: Think - Pair - Share*.
<http://clte.asu.ddu/active/usingtps.pdf>
- Lyman, F.T. (1981). *The Responsive Classroom Discussion : The Inclusion of all Students*. In: A. Anderson (Ed.), *Mainstreaming Digest*. College Park : University of Maryland Press.
- Lyman, F. T. (1987). *Think-pair-share : An Expanding Teaching Technique : MAA-CIE Cooperative News*. V.1 1-2.
- Meier, S. L., Hovde, R. L., & Meier, R. L. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions, content area, model, and interdisciplinary connection. *School Science and Mathematics*, 96(5), 230–237.
- Millis, Barbara J., & Cottell, Philip G. (1998). *Cooperative Learning For Higher Education Faculty*. U.S.A. Phoenix: Oryx Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it : A new aspect of mathematical method*. New York: Doubleday and company.
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, New Jersey: University Press.
- Prescott, D.A. (1961). *Report of Conference on Child Study*. New York: Education Bulletin.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

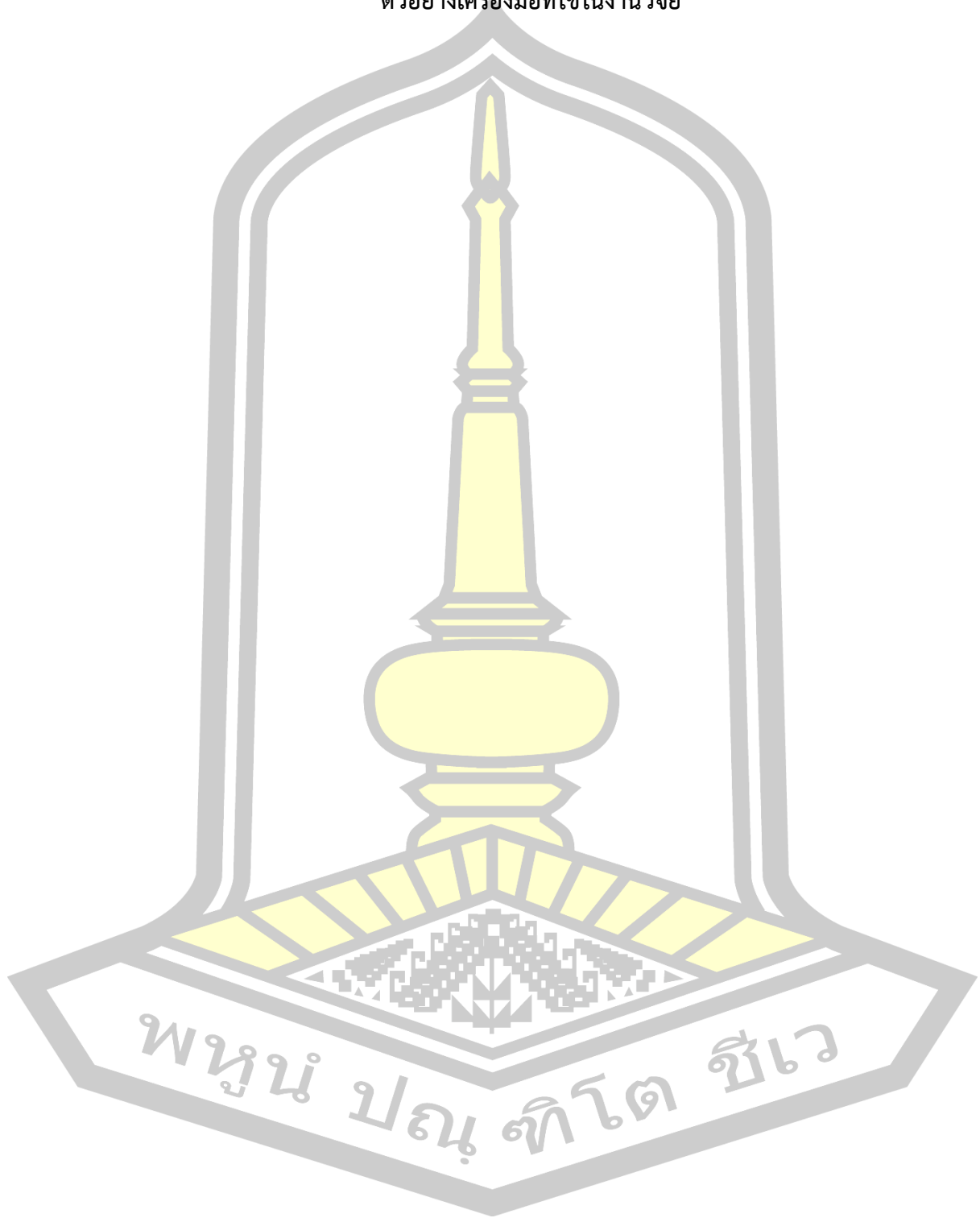


รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร. สุชิริณณ์ อามาศย์บัณฑิต การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาพิเศษ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
4. นางยุพิน พลเรือง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
5. นางจิรัชยา โพธิ์สิงห์ ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง การหาค่าลอการิทึม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2562

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าของลอการิทึมได้ โดยใช้สมบัติของลอการิทึม (P)
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานตรงต่อเวลา (A)

3. สารสำคัญ

สมบัติของฟังก์ชันลอการิทึม

กำหนด a , M และ N เป็นจำนวนจริงบวก โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง

$$1) \log_a 1 = 0$$

$$5) \log_a M^k = k \log_a M$$

$$2) \log_a a = 1$$

$$6) \log_N M = \frac{1}{\log_M N} \text{ เมื่อ } M, N \neq 1$$

$$3) \log_a MN = \log_a M + \log_a N$$

$$7) a^{\log_a M} = M$$

$$4) \log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$$

$$8) \log_N M = \frac{\log_a M}{\log_a N} \text{ เมื่อ } N \neq 1$$

4. สารการเรียนรู้

สมบัติของฟังก์ชันลอการิทึม

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

ขั้น Define (การระบุปัญหา)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาสมบัติลอการิทึมในหนังสือเรียน จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมาเขียนสมบัติของลอการิทึมบนกระดาน 8 คน คนละ 1 ข้อ

2. ครูให้นักเรียนแสดงว่า

$$1) \log_2 2 = 1$$

$$2) \log_3 5^2 = 2\log_3 5$$

$$3) \log_3 6 = \log_3 2 + \log_3 3$$

3. จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบบนกระดาน ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง โดยครูถามคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่า ต้องใช้สมบัติลอการิทึมใดบ้าง เพื่อแสดงว่า $\log_2 2 = 1$

(แนวตอบ $\log_a a = 1$ เมื่อ $a > 0$ และ $a \neq 1$)

- นักเรียนคิดว่า ต้องใช้สมบัติลอการิทึมใดบ้าง เพื่อแสดงว่า $\log_3 5^2 = 2\log_3 5$

(แนวตอบ $\log_a M^k = k \log_a M$ เมื่อ $a, M > 0$ โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง)

- นักเรียนคิดว่า ต้องใช้สมบัติลอการิทึมใดบ้าง เพื่อแสดงว่า $\log_3 6 = \log_3 2 + \log_3 3$

(แนวตอบ $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ เมื่อ $a, M, N > 0$ และ $a \neq 1$)

- นักเรียนคิดว่า ต้องใช้สมบัติลอการิทึมใดบ้าง เพื่อแสดงว่า $\log_5 3 = \frac{\log_2 3}{\log_2 5}$

(แนวตอบ $\log_N M = \frac{\log_a M}{\log_a N}$ เมื่อ $a, M, N > 0$ และ $a, N \neq 1$)

4. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 ให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจกับโจทย์ในตัวอย่างแล้ว แลกเปลี่ยนความรู้กัน จากนั้นครูใช้คำถามแนะนำนักเรียนว่า “สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร”

ขั้น Access (การประเมินปัญหา)

5. ครูสุ่มถามนักเรียนว่า “ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง ใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ” จากนั้นให้อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของฟังก์ชันลอการิทึมอย่างละเอียด ซึ่งจะนำไปใช้ในการหาค่าของฟังก์ชันลอการิทึมและหาผลลัพธ์ของการดำเนินการของฟังก์ชันลอการิทึม

ขั้น Plan (การวางแผนการแก้ปัญหา)

6. ครูให้นักเรียนวางแผนที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา จากนั้นสุ่มถามนักเรียนว่า “นักเรียนมีแนวทางในการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบอย่างไร และมีวิธีการอย่างไรจึงจะได้คำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการ”

7. ครูให้นักเรียนอธิบายแผนการดำเนินการแก้ปัญหา จากนั้นครูให้คำชี้แนะเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้น Implement (การนำแผนดำเนินการไปปฏิบัติ)

8. ครูให้นักเรียนแสดงวิธีทำ เติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง โดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ด้วยตนเอง หากมีข้อสงสัยให้ยกมือถาม ซึ่งครูคอยชี้แนะแนวทางวิธีการหาคำตอบโดยที่ไม่บอกคำตอบโดยตรง

ขั้น Communicate (การสื่อสารแลกเปลี่ยน)

9. ครูให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างที่ผ่านมาทั้ง 3 ตัวอย่าง แล้วถามนักเรียนดังนี้

- จากตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ แตกต่างกัน เนื่องจากตัวอย่างที่ 1 เป็นการหาค่าของฟังก์ชันลอการิทึม แต่ตัวอย่างที่ 2 เป็นการหาผลลัพธ์ของการดำเนินการของฟังก์ชันลอการิทึม)

- จากตัวอย่างที่ 3 การหาค่าของ $\log_3 2 \cdot \log_4 3 \cdot \log_5 4 \dots \log_{32} 31$ ถ้าเปลี่ยนฐานของฟังก์ชันลอการิทึมแต่ละตัวเป็นฐานอื่นๆ ที่ไม่ใช่ฐานสิบ ผลลัพธ์ที่ได้จะยังเหมือนเดิมหรือไม่ (แนวตอบ เหมือนเดิม)

10. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 3 จากนั้นสุ่มเฉลยท้ายคาบ

6. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3 และใบงานที่ 3
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม. 4
3. สื่ออินเทอร์เน็ต

พหุ ประถมศึกษา

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	1. การตรวจใบกิจกรรมที่ 3 2. การตรวจใบงานที่ 3	1. ใบกิจกรรมที่ 3 2. ใบงานที่ 3	ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
ด้านทักษะ : นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าของลอการิทึมได้ โดยใช้สมบัติของลอการิทึม	1. การตรวจใบกิจกรรมที่ 3 2. การตรวจใบงานที่ 3	1. ใบกิจกรรมที่ 3 2. ใบงานที่ 3	ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
ด้านเจตคติ : นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานตรงต่อเวลา	การสังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคล	แบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับดีขึ้นไป

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

พูน ปณ ทิโต ชีเว

9. บันทึกผลหลังการสอน

9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.3 แนวทางการแก้ไข

.....

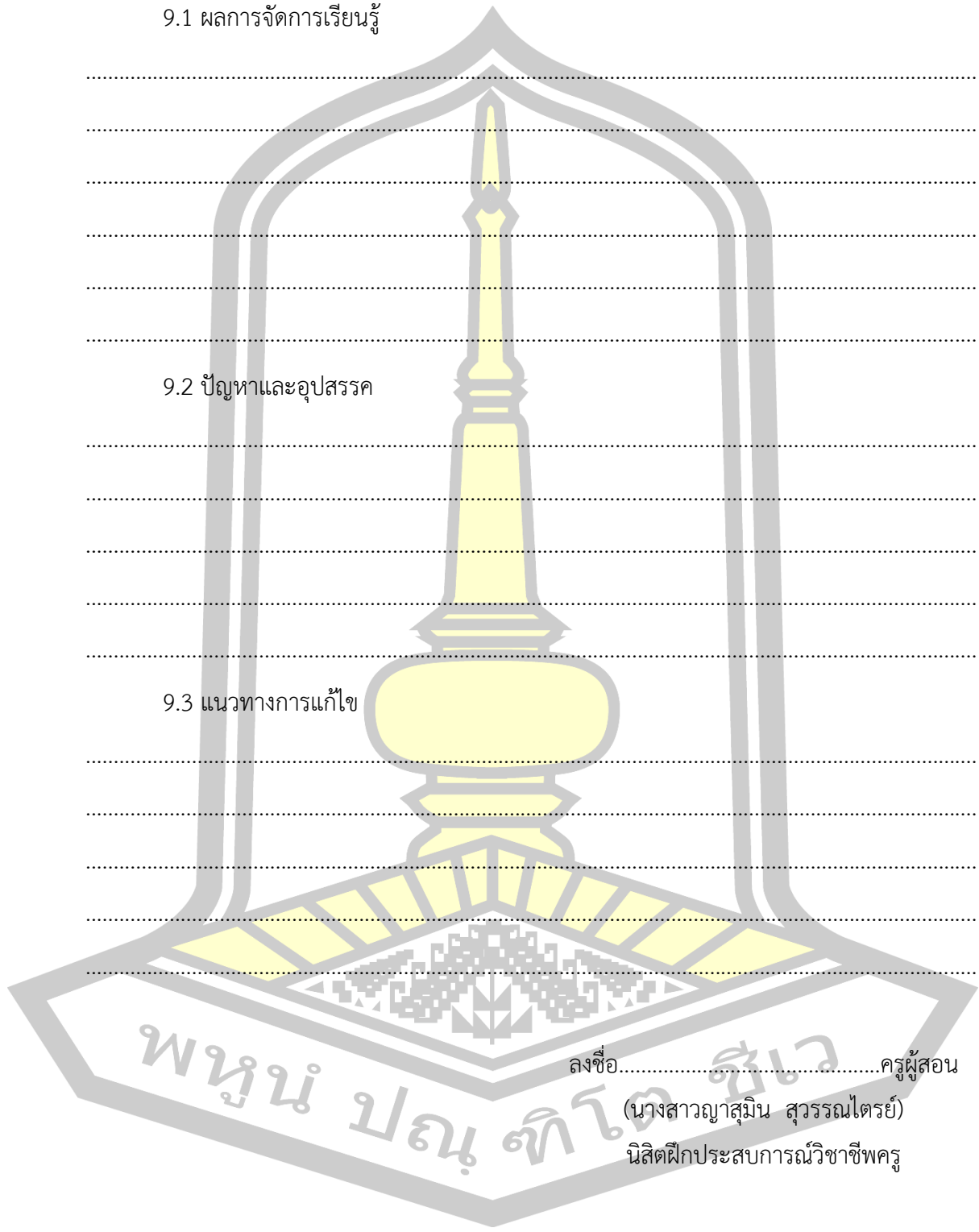
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวญาณสุมิน สุวรรณไตรย์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับปริญญาตรี

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนและทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย

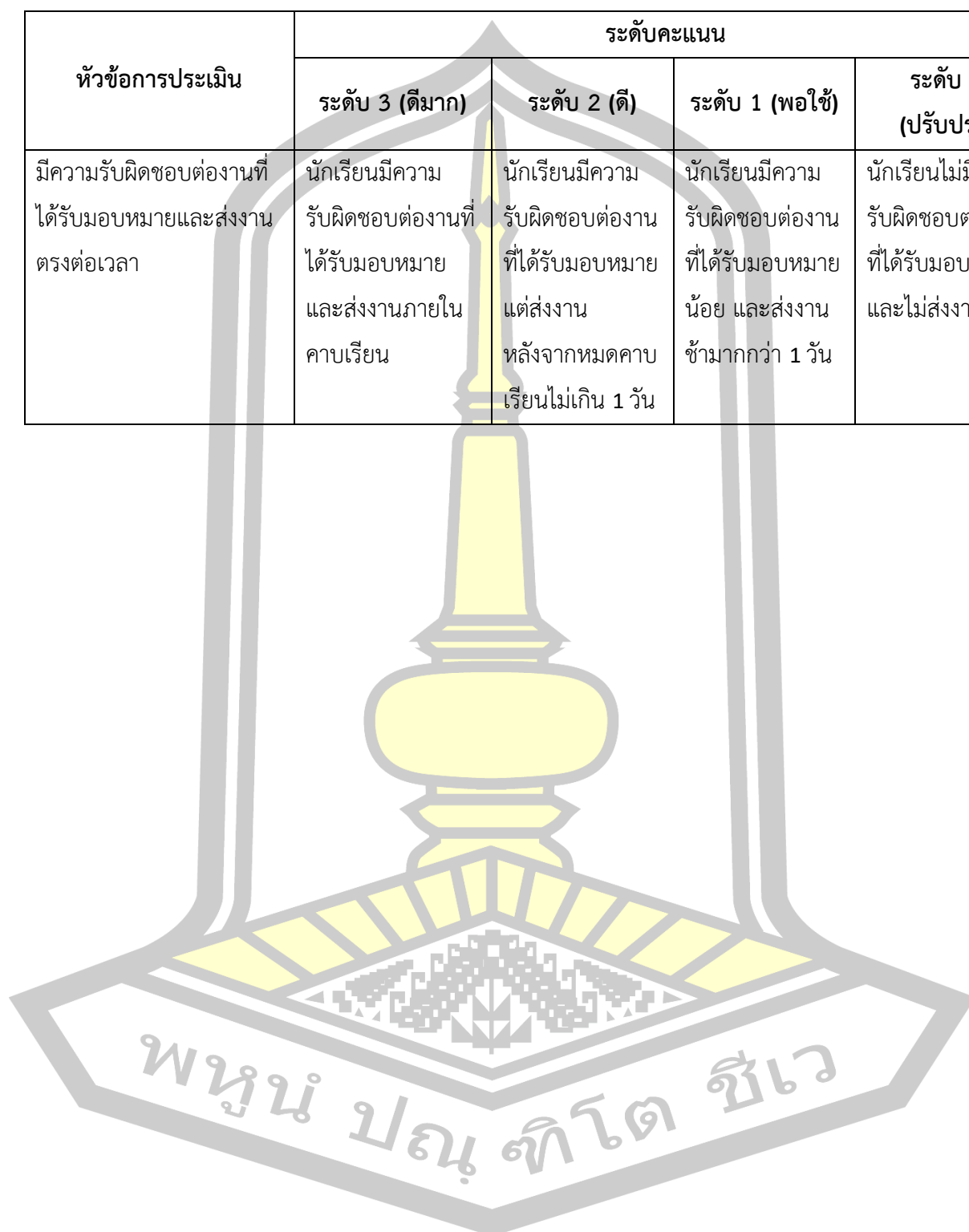
หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (ดี)	ระดับ 1 (พอใช้)	ระดับ 0 (ปรับปรุง)
มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนและทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย	นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนและทำงานที่ส่งในคาบเป็นระเบียบเรียบร้อย	นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน แต่ทำงานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย หรือทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อยแต่ไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน	นักเรียนทำงานมีความเป็นระเบียบน้อย และมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนน้อย	นักเรียนไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนและทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย

เกณฑ์การให้คะแนนการมีความตั้งใจในการทำงานและส่งงานตรงต่อเวลา

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (ดี)	ระดับ 1 (พอใช้)	ระดับ 0 (ปรับปรุง)
มีความตั้งใจในการทำงานและส่งงานตรงต่อเวลา	นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานภายในคาบเรียน	นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายแต่ส่งงานไม่ทันภายในคาบ และส่งงานภายในวันที่เรียน	นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานช้าเกิน 1 วัน หรือไม่มีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายแต่ส่งงานภายในคาบเรียน	นักเรียนไม่มีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานภายในคาบเรียน

เกณฑ์การให้คะแนนการมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานตรงต่อเวลา

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (ดี)	ระดับ 1 (พอใช้)	ระดับ 0 (ปรับปรุง)
มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานตรงต่อเวลา	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานภายในคาบเรียน	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายแต่ส่งงานหลังจากหมดคาบเรียนไม่เกิน 1 วัน	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายน้อย และส่งงานช้ามากกว่า 1 วัน	นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและไม่ส่งงาน



แบบประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สังเกตพฤติกรรมวันที่ เดือน พ.ศ. ชั้น จำนวน คน

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เมื่อนักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่ต้องการ

ที่	ชื่อ - สกุล	การแก้ปัญหา				คะแนนรวม	สรุป
		การทำความเข้าใจ ปัญหา (2)	การหาแนวทางการ แก้ปัญหา (3)	การดำเนินการ แก้ปัญหา (3)	การสรุปคำตอบ (2)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง บางส่วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุเลย
การหาแนวทางการแก้ปัญหา	3	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	2	เขียนวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่เขียนวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
การดำเนินการแก้ปัญหา	3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	1	มีร่องรอยการแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่เขียนสรุปคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 3

การหาค่าลอการิทึม

นักคณิตศาสตร์ได้พัฒนาสมบัติของลอการิทึมโดยใช้ทฤษฎีของฟังก์ชันลอการิทึมและสมบัติของเลขยกกำลัง ได้สมบัติที่สำคัญของลอการิทึมที่นำไปคำนวณเกี่ยวกับการคูณ การหาร และการยกกำลัง ซึ่งต้องใช้สมบัติดังนี้

สมบัติของฟังก์ชันลอการิทึม

กำหนด a, M และ N เป็นจำนวนจริงบวก โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง

$$1) \log_a 1 = 0$$

$$5) \log_a M^k = k \log_a M$$

$$2) \log_a a = 1$$

$$6) \log_N M = \frac{1}{\log_M N} \text{ เมื่อ } M, N \neq 1$$

$$3) \log_a MN = \log_a M + \log_a N$$

$$7) a^{\log_a M} = M$$

$$4) \log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$$

$$8) \log_N M = \frac{\log_a M}{\log_a N} \text{ เมื่อ } N \neq 1$$

ตัวอย่างที่ 1 ให้หาค่าของ $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ค่าของ $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

ลอการิทึม $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

สมบัติของลอการิทึม

การแก้สมการโดยใช้สมบัติของลอการิทึม

วางแผนการแก้ปัญหา

ใช้สมบัติของลอการิทึม $\log_a M^k = k \log_a M$

เมื่อ $a, M > 0$ โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

วิธีทำ หาค่าของ $\log_4 4^6$

จากสมบัติของลอการิทึม $\log_a M^k = k \log_a M$

เมื่อ $a, M > 0$ โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง

จะได้ $\log_4 4^6 = 6 \log_4 4$

$$= 6(1)$$

$$= 6$$

ดังนั้น $\log_4 4^6 = 6$

วิธีทำ หาค่าของ $\log_2 64$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ



ตัวอย่างที่ 2 ให้หาค่าของ

$$1) \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$$

$$2) \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216)$$

$$1) \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ. ค่าของ $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$

หรือผลลัพธ์ของการดำเนินการของฟังก์ชัน $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การดำเนินการของฟังก์ชัน $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

วางแผนการแก้ปัญหา

ใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ และ $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

วิธีทำ หาค่าของ $\log_6 4^6$

$$\begin{aligned} \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7 &= \log_6 \left(\frac{14 \times 3}{7} \right) \\ &= \log_6 6 \\ &= 1 \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ

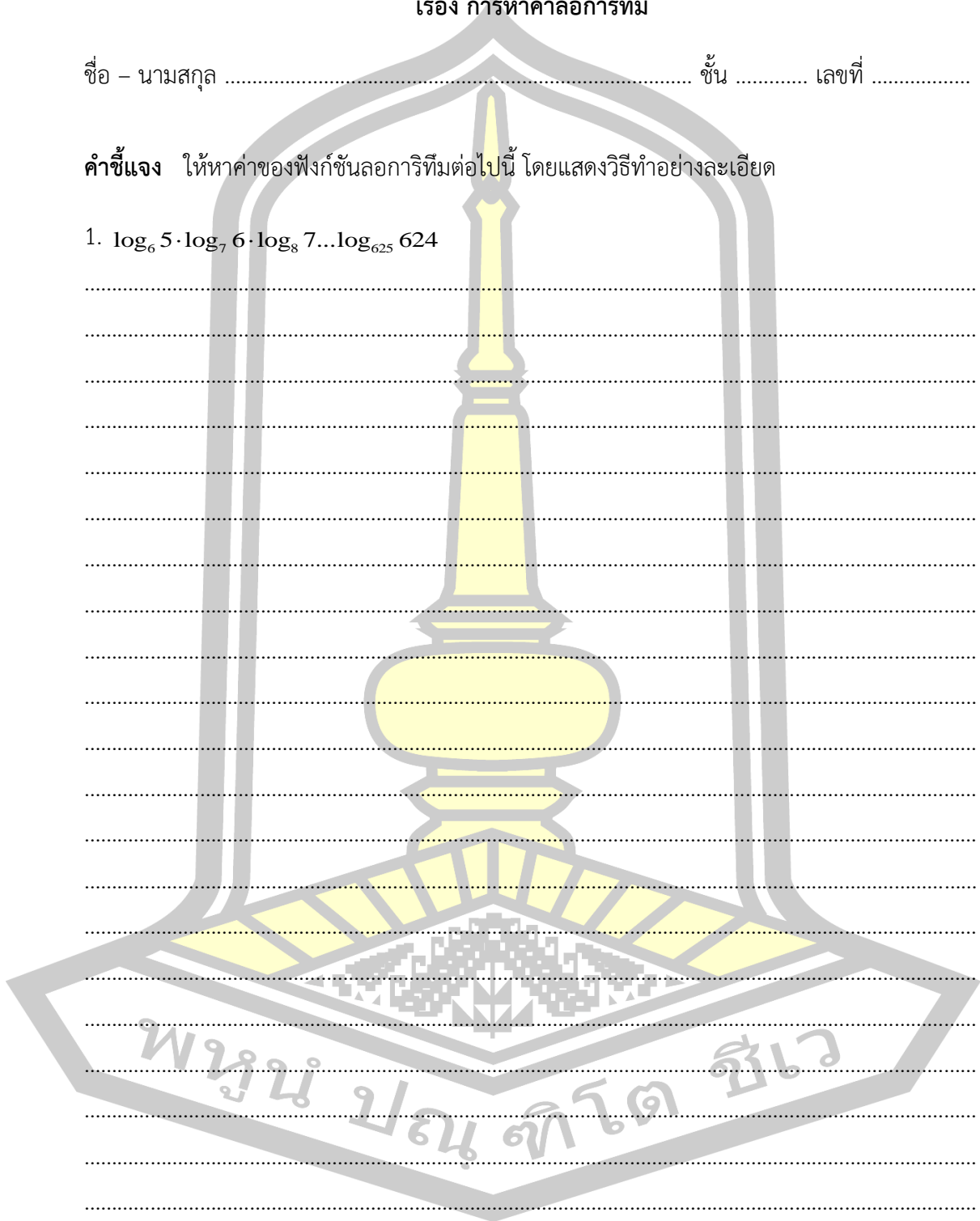
ใบงานที่ 3

เรื่อง การหาค่าลอการิทึม

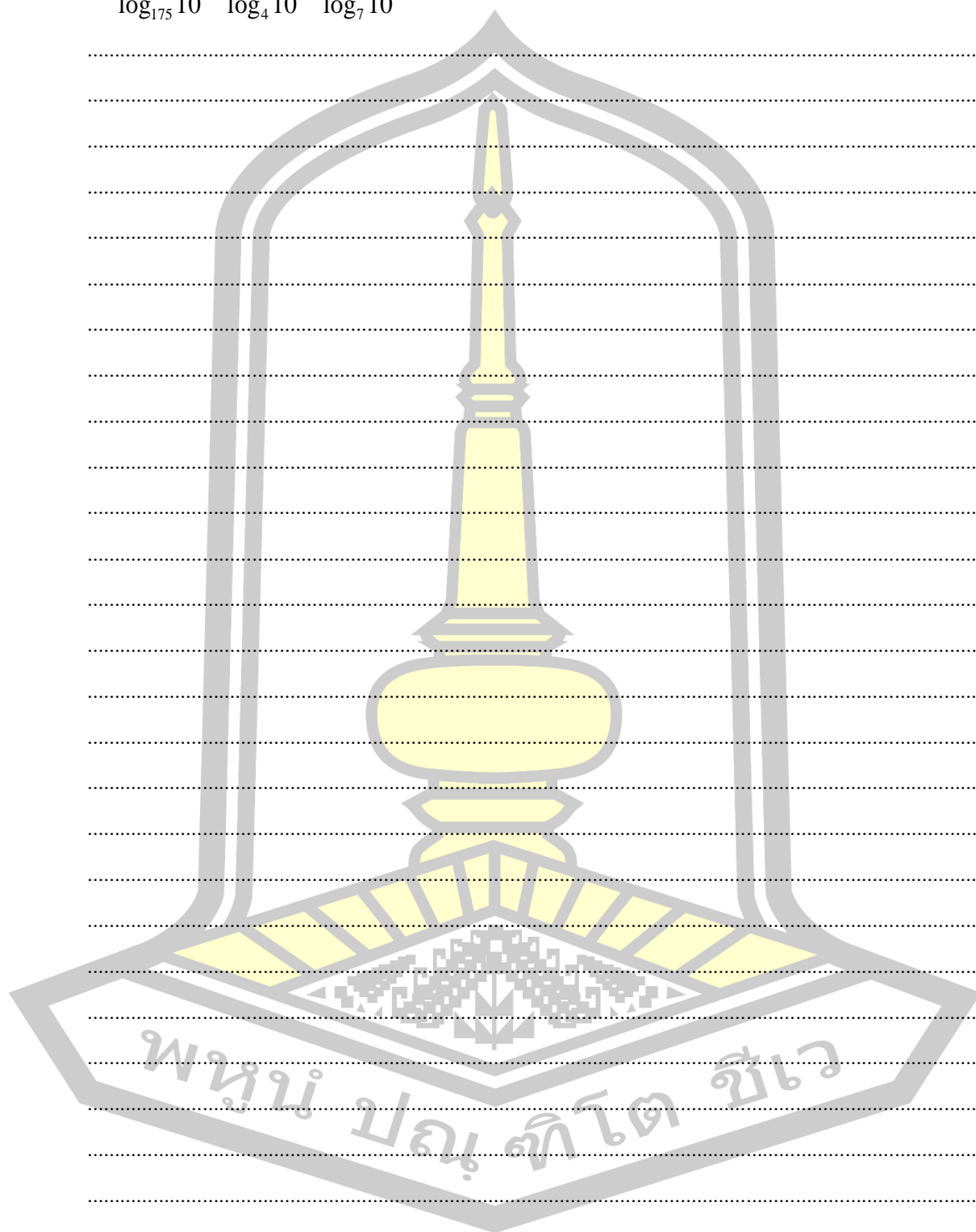
ชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้หาค่าของฟังก์ชันลอการิทึมต่อไปนี้ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. $\log_6 5 \cdot \log_7 6 \cdot \log_8 7 \dots \log_{625} 624$



$$2. \frac{1}{\log_{175} 10} + \frac{1}{\log_4 10} - \frac{1}{\log_7 10}$$



เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

ตัวอย่างที่ 1 ให้หาค่าของ $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าของ $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ฟังก์ชัน $\log_4 4^6$ และ $\log_2 64$

แนวทางในการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

สมบัติของลอการิทึม การแก้สมการโดยใช้สมบัติของลอการิทึม

วางแผนการแก้ปัญหา

ใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ และ $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

“หาค่าของ $\log_4 4^6$

จากสมบัติของลอการิทึม $\log_a M^k = k \log_a M$

เมื่อ $a, M > 0$ โดยที่ $a \neq 1$ และ k เป็นจำนวนจริง

จะได้ $\log_4 4^6 = 6 \log_4 4$

$$= 6(1)$$

$$= 6$$

ดังนั้น $\log_4 4^6 = 6$ ”

“หาค่าของ $\log_2 64$ ”

วิธีทำ จะได้ $\log_2 64 = \log_2 2^6$

$$= 6 \log_2 2 \quad (\text{จากสมบัติของลอการิทึม } \log_a M^k = k \log_a M)$$

$$= 6(1) \quad (\text{จากสมบัติของลอการิทึม } \log_a a = 1)$$

$$= 6 \quad \text{ดังนั้น } \log_2 64 = 6$$

สรุปคำตอบ

ของ $\log_4 4^6 = 6$ และค่าของ $\log_2 64 = 6$

ตัวอย่างที่ 2 ให้หาค่าของ

$$1) \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$$

$$2) \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216)$$

$$1) \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าของ $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$ หรือ

ผลลัพธ์ของการดำเนินการของฟังก์ชัน $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การดำเนินการของฟังก์ชัน $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7$

แนวทางในการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

สมบัติของลอการิทึม การแก้สมการโดยใช้สมบัติของลอการิทึม

วางแผนการแก้ปัญหา

ใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ และ $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

$$\text{จะได้ว่า } \log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7 = \log_6 \left(\frac{14 \times 3}{7} \right) = \log_6 6 = 1$$

สรุปคำตอบ $\log_6 14 + \log_6 3 - \log_6 7 = 1$

พหุ ประถมศึกษา

$$2) \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216)$$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าของ $\log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216)$

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การดำเนินการของฟังก์ชัน $\log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216)$

แนวทางในการแก้ปัญหา

สมบัติของลอการิทึม การหาค่าของลอการิทึมโดยใช้สมบัติของลอการิทึม

ใช้สมบัติลอการิทึม $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ และ $\log_a M^k = k \log_a M$

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

$$\begin{aligned} \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216) &= \log_{\frac{4}{9}}\left(\frac{\log_3 36}{\log_3 216}\right) \\ &= \log_{\left(\frac{2}{3}\right)^2}\left(\frac{\log_3 6^2}{\log_3 6^3}\right) \\ &= \frac{1}{2} \log_{\left(\frac{2}{3}\right)}\left(\frac{2 \log_3 6}{3 \log_3 6}\right) \\ &= \frac{1}{5} \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ $\log_{\frac{4}{9}}(\log_3 36) - \log_{\frac{4}{9}}(\log_3 216) = \frac{1}{5}$

พหุ ประถมศึกษา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 1)

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ - สกุล ชั้น ม. 4 เลขที่

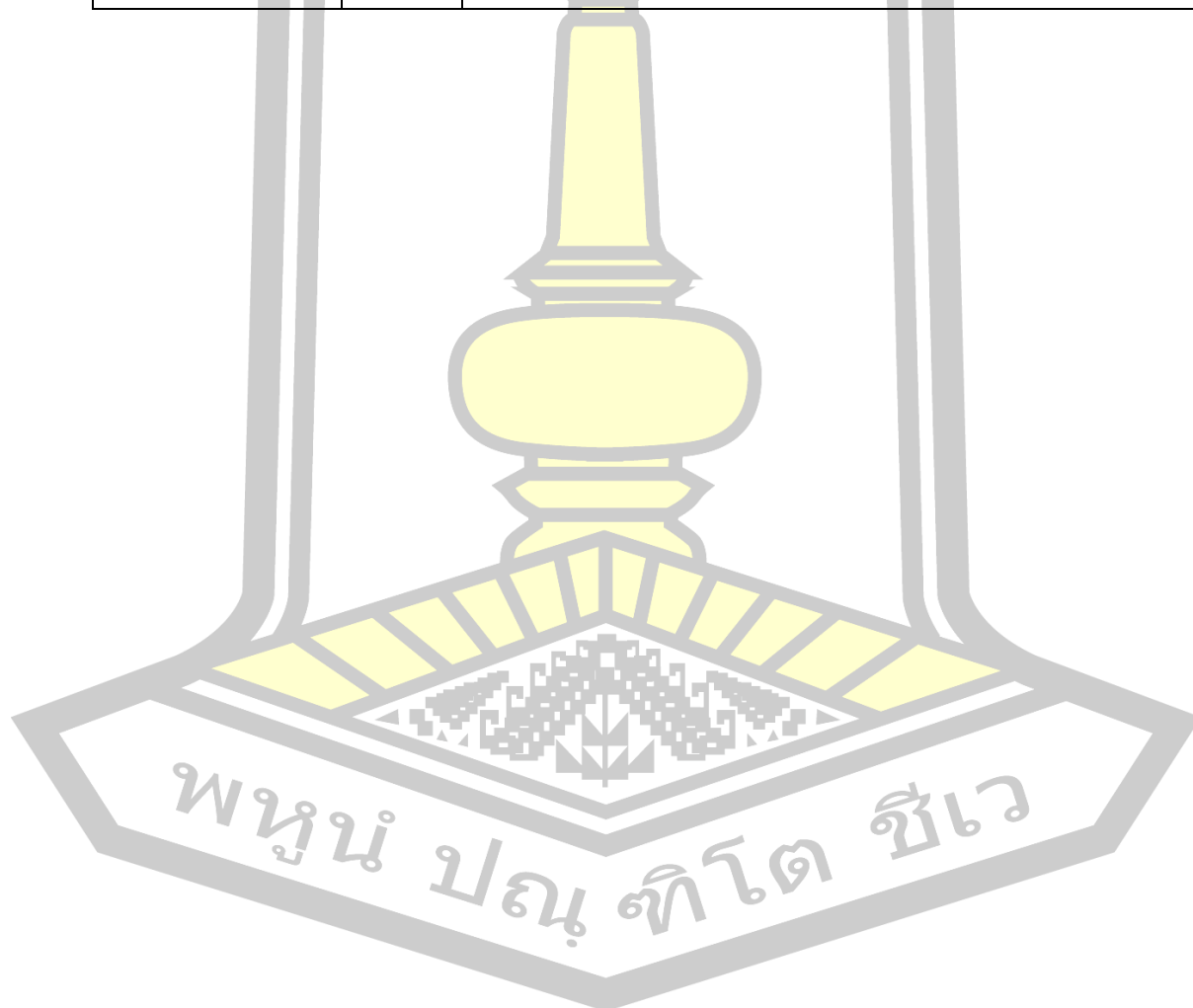
คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ แต่ละข้อมี คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Rubric Analysis Scoring) ดังนี้

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุเลย
การหาแนวทางการแก้ปัญหา	3	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	2	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่วางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย

การดำเนินการ แก้ปัญหา	3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	1	มีร่องรอยการแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่เขียนสรุปคำตอบ



1. จงเขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปของลอการิทึม และเขียนลอการิทึมให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \quad \text{และ} \quad \log_{\frac{1}{2}} 4 = -2$$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

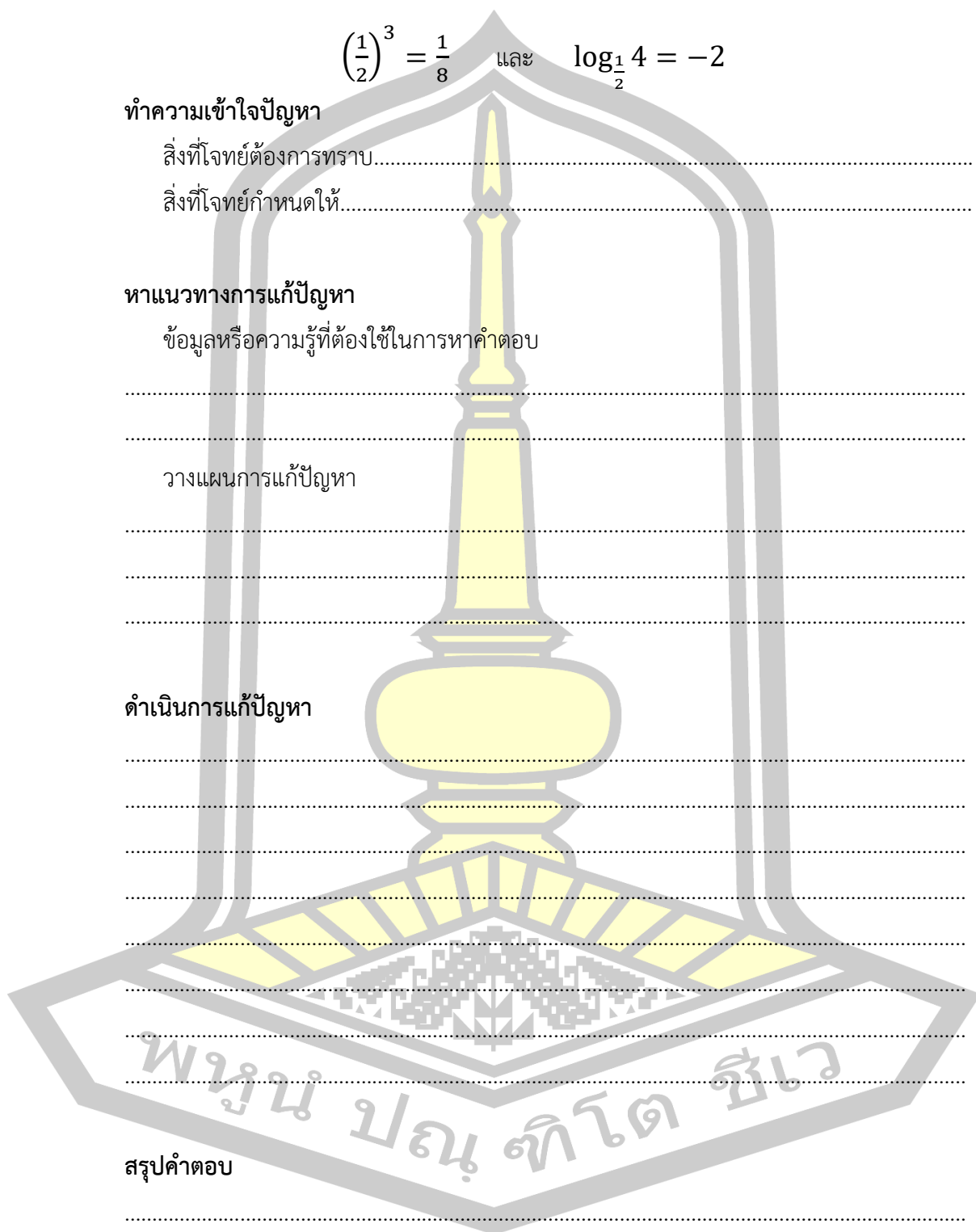
.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

.....



2. จงแสดงว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่ม หรือฟังก์ชันลด พร้อมทั้งเขียนกราฟ

$$y = \log_{\frac{1}{2}} x$$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ทิโต ชเว

สรุปคำตอบ

3. ให้หาค่าลอการิทึมโดยใช้สมบัติของลอการิทึม

$$(\log_3 81)(\log_5 125) + (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

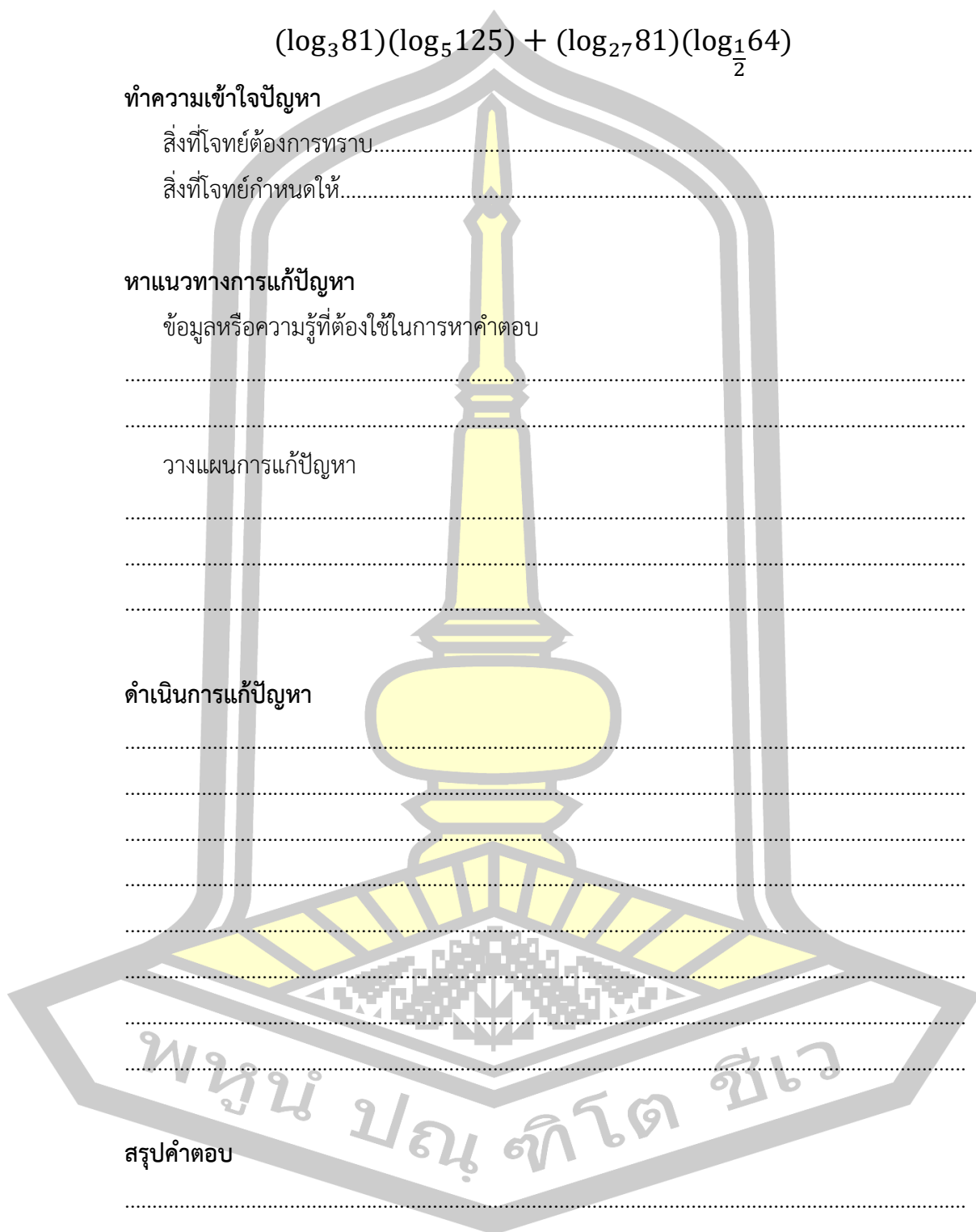
.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

.....



แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 2)

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ – สกุล ชั้น ม. 4 เลขที่

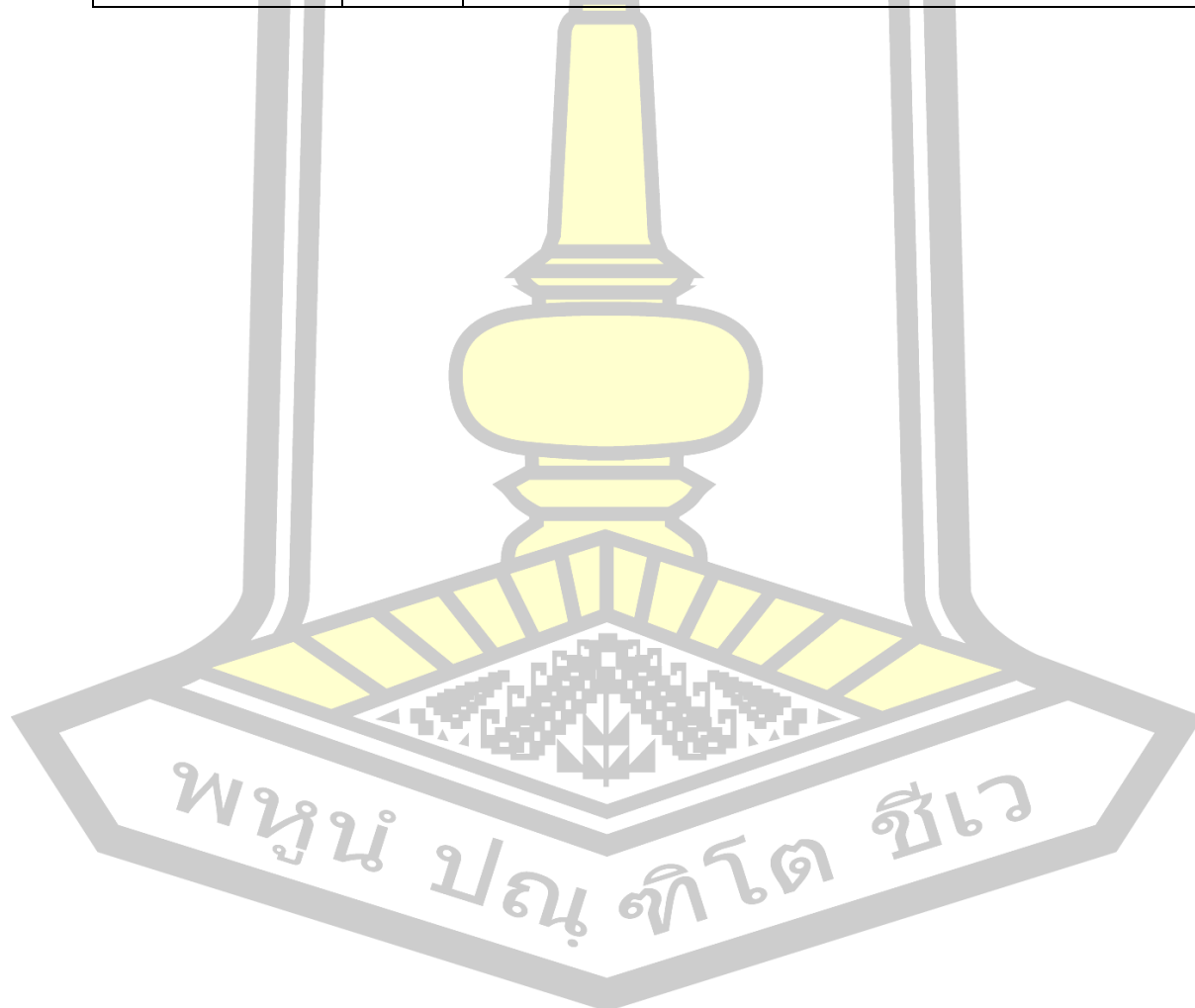
คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ แต่ละข้อมี คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Rubric Analysis Scoring) ดังนี้

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุเลย
การหาแนวทางการแก้ปัญหา	3	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	2	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่วางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย

การดำเนินการ แก้ปัญหา	3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	1	มีร่องรอยการแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่เขียนสรุปคำตอบ



1. ถ้ากำหนด $\log 4.85 = 0.6857$ จงหาค่าของ $\log 4,850,000$

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

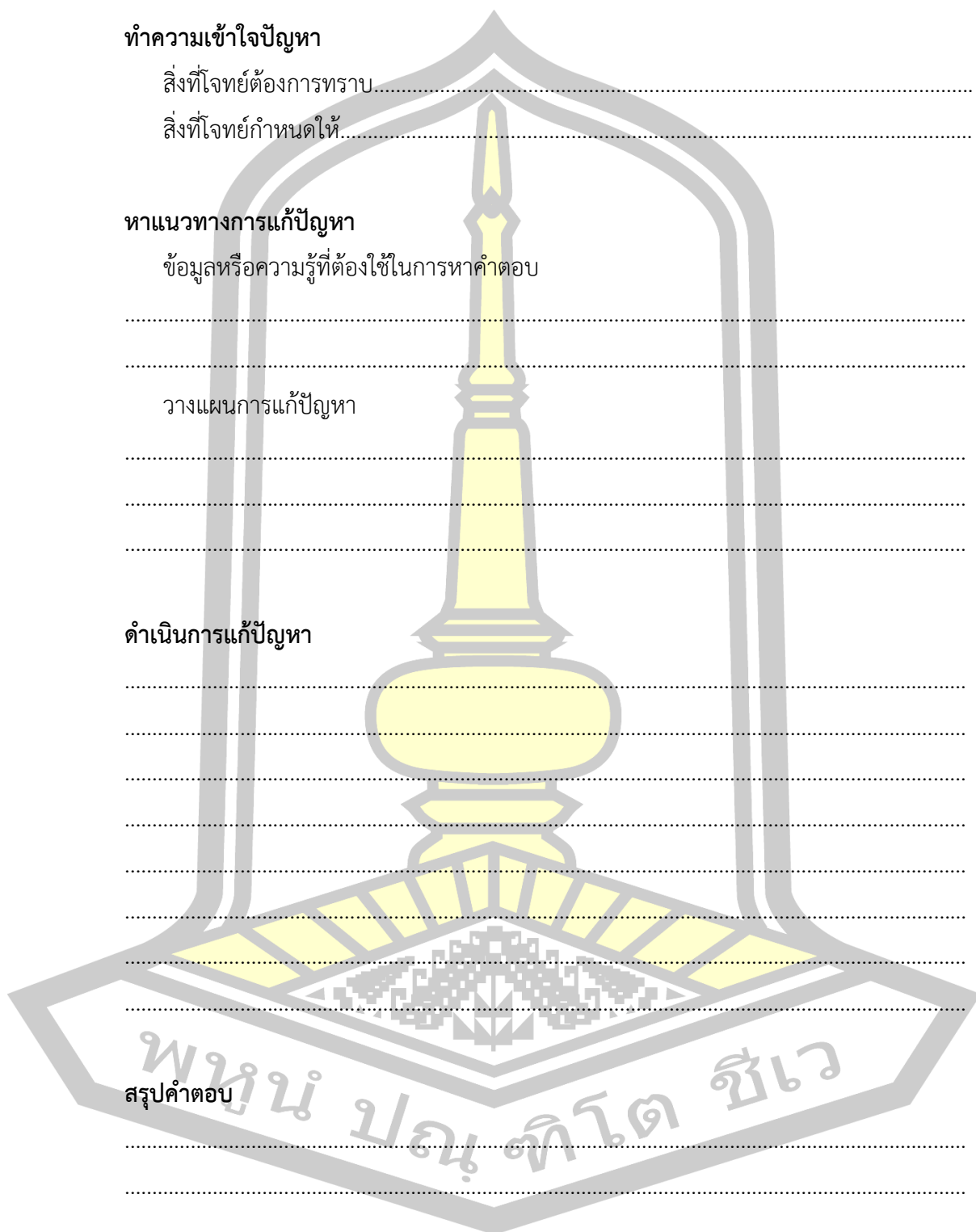
.....

.....

.....

.....

.....



2. กำหนดให้ $\log 5.55 = 0.7443$ และ $\log N = 3.7443$ จงหาค่าของ N

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

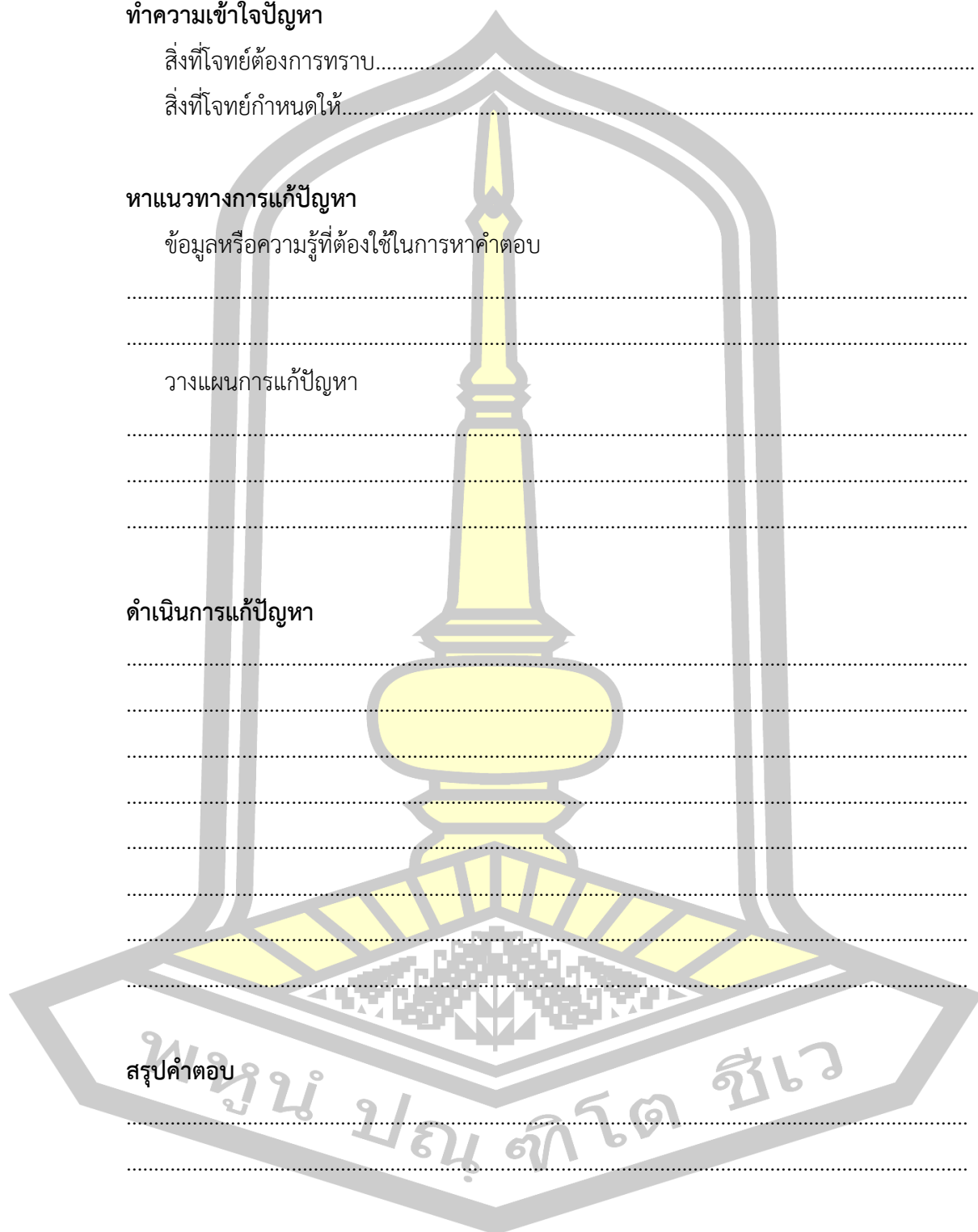
.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

สรุปคำตอบ

.....



3. กำหนด $\log e = 0.4343$ และ $e = 2.718$ ค่าของ $\log[\ln 3.02 + 2\ln 3 - \ln 10]^{10}$ เท่ากับเท่าไร

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

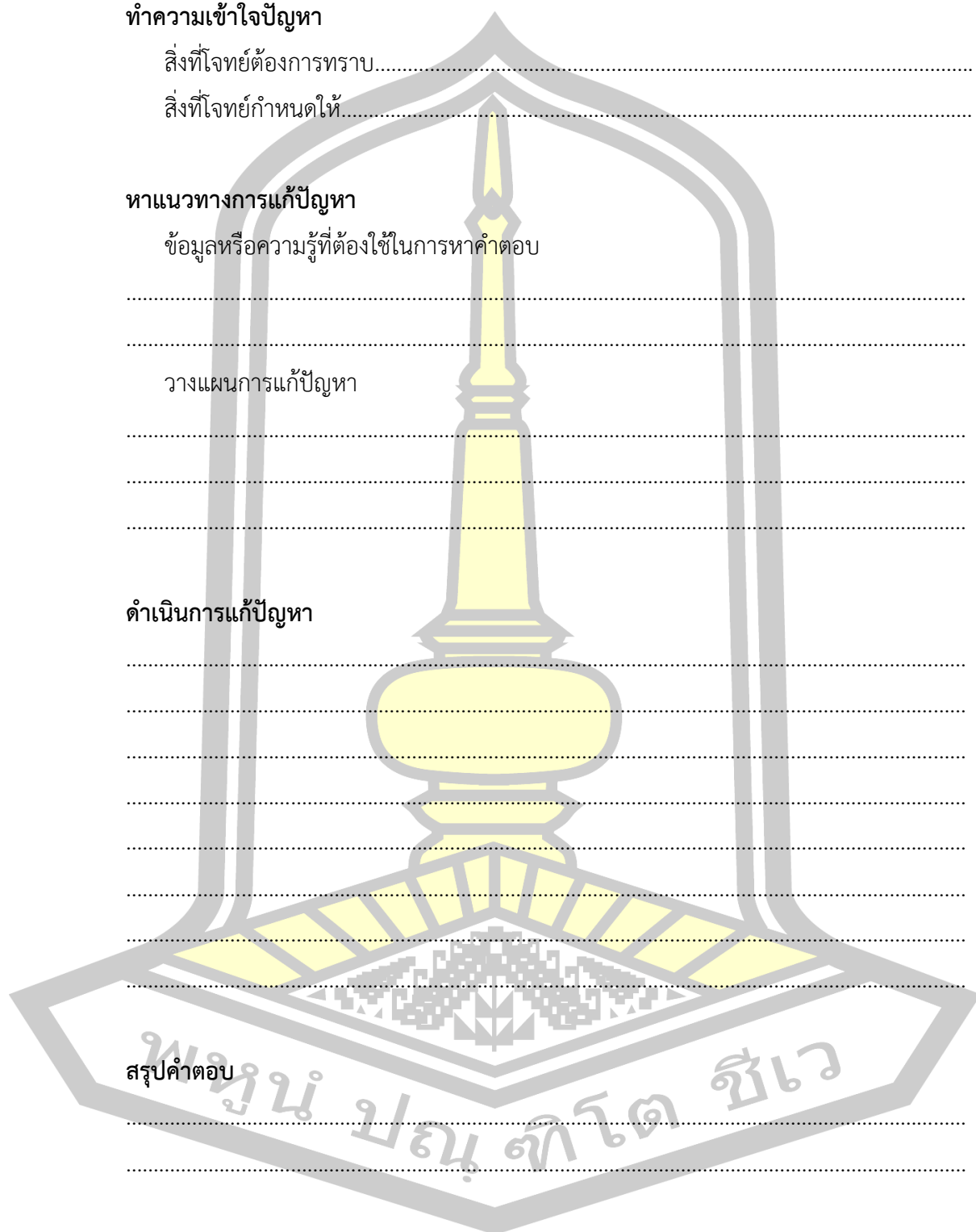
.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

.....



แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 3)

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ - สกุล ชั้น ม. 4 เลขที่

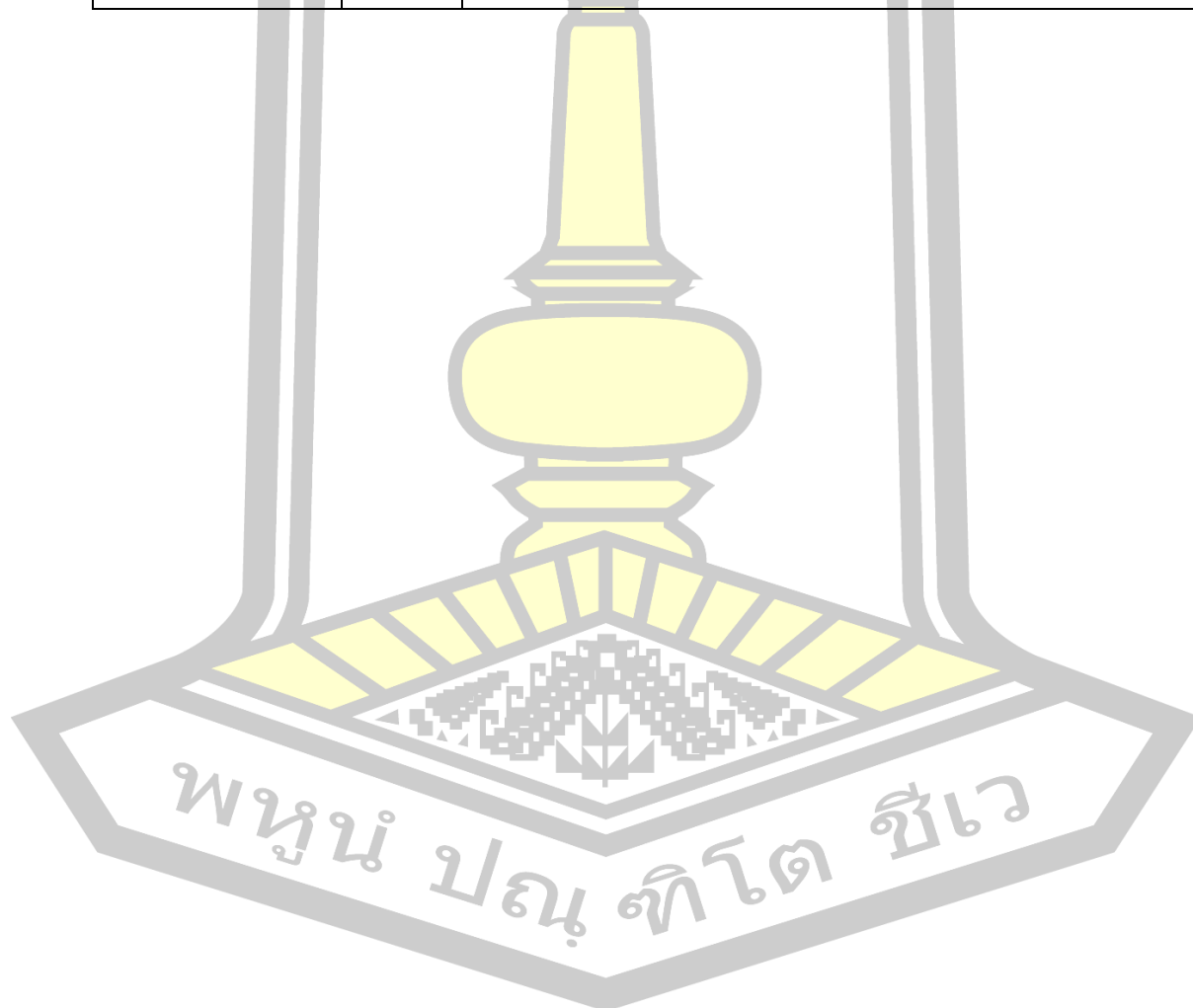
คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ แต่ละข้อมี คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Rubric Analysis Scoring) ดังนี้

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุเลย
การหาแนวทางการแก้ปัญหา	3	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	2	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่วางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย

การดำเนินการ แก้ปัญหา	3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	1	มีร่องรอยการแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่เขียนสรุปคำตอบ



1. กำหนดให้ x เป็นจำนวนจริงบวกที่สอดคล้องกับสมการ $3^{5x} \cdot 9^{x^2} = 27$

และ $y = \frac{(\log_2 3)(\log_4 5)(\log_6 7)}{(\log_4 3)(\log_6 5)(\log_8 7)}$ ค่าของ x^y เท่ากับเท่าใด

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

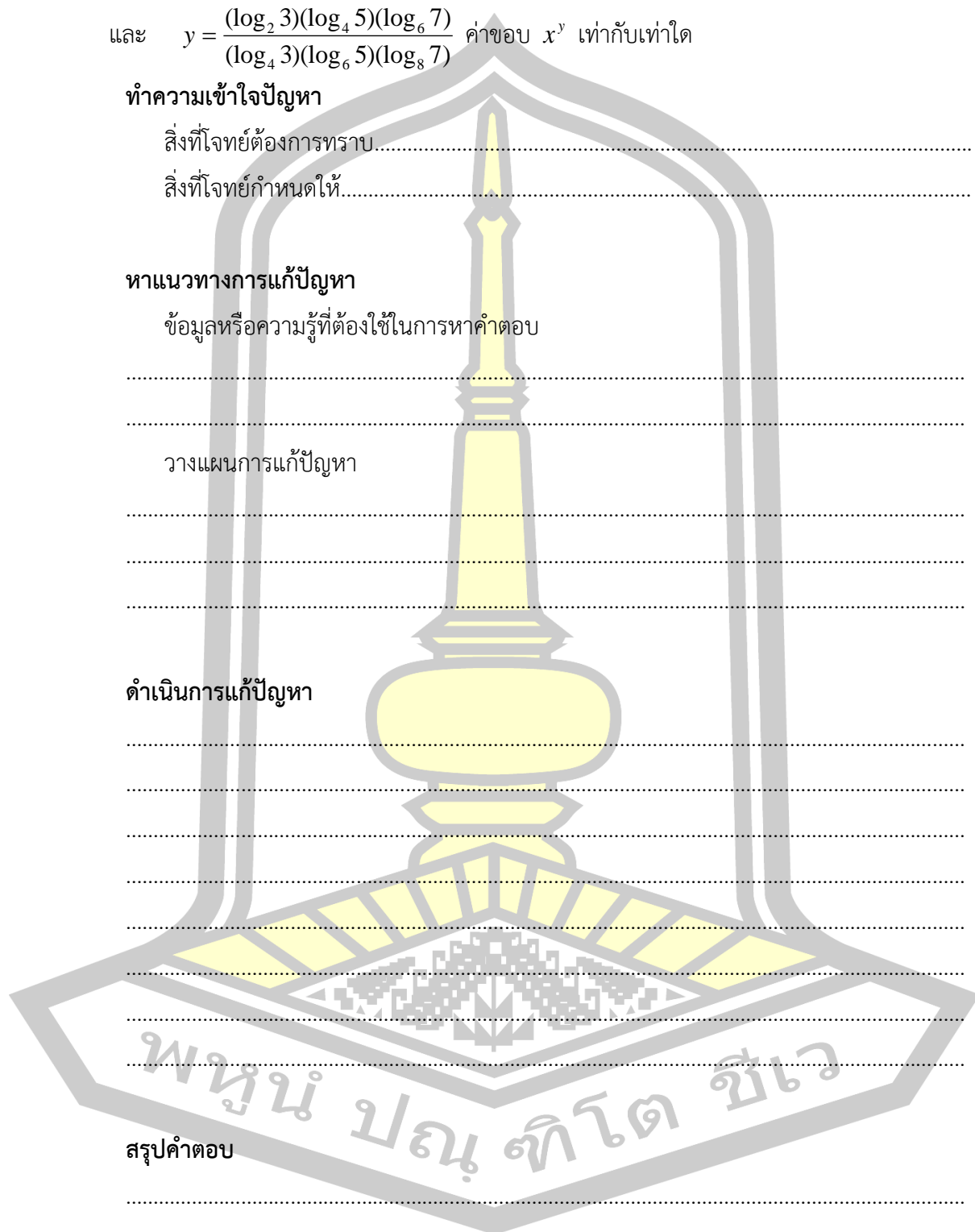
.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

.....



2. น้ำประปามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เท่ากับ 1×10^{-7} โมล/ลิตร ให้หาค่า pH ของน้ำประปาและพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

วางแผนการแก้ปัญหา

ดำเนินการแก้ปัญหา

สรุปคำตอบ

พูน ปณ ทิโต ชีเว

3. แสตนป์เข้าร่วมกีฬาสี่ของโรงเรียน เขาเดินขบวนพาเหรดใกล้วงดุริยางค์ เสียงของเครื่องดนตรีมีระดับความเข้มเสียง 115 เดซิเบล ต่อมาเขาขึ้นไปนั่งร้องเพลงเชียร์อยู่บนอัฒจันทร์ของสี่เขียว เสียงกองเชียร์มีความเข้มเสียงเป็น 12.5 % ของเสียงดนตรี

จากสถานการณ์ข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้

- 1) ความเข้มของเสียงของเครื่องดนตรีเท่ากับกั้วัดต่อตารางเมตร
- 2) เสียงเครื่องดนตรีกับเสียงกองเชียร์มีระดับความเข้มเสียงต่างกันกี่เดซิเบล

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

.....

.....

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

.....

.....

.....

วางแผนการแก้ปัญหา

พญนุ ษณุ กิโต สีเว

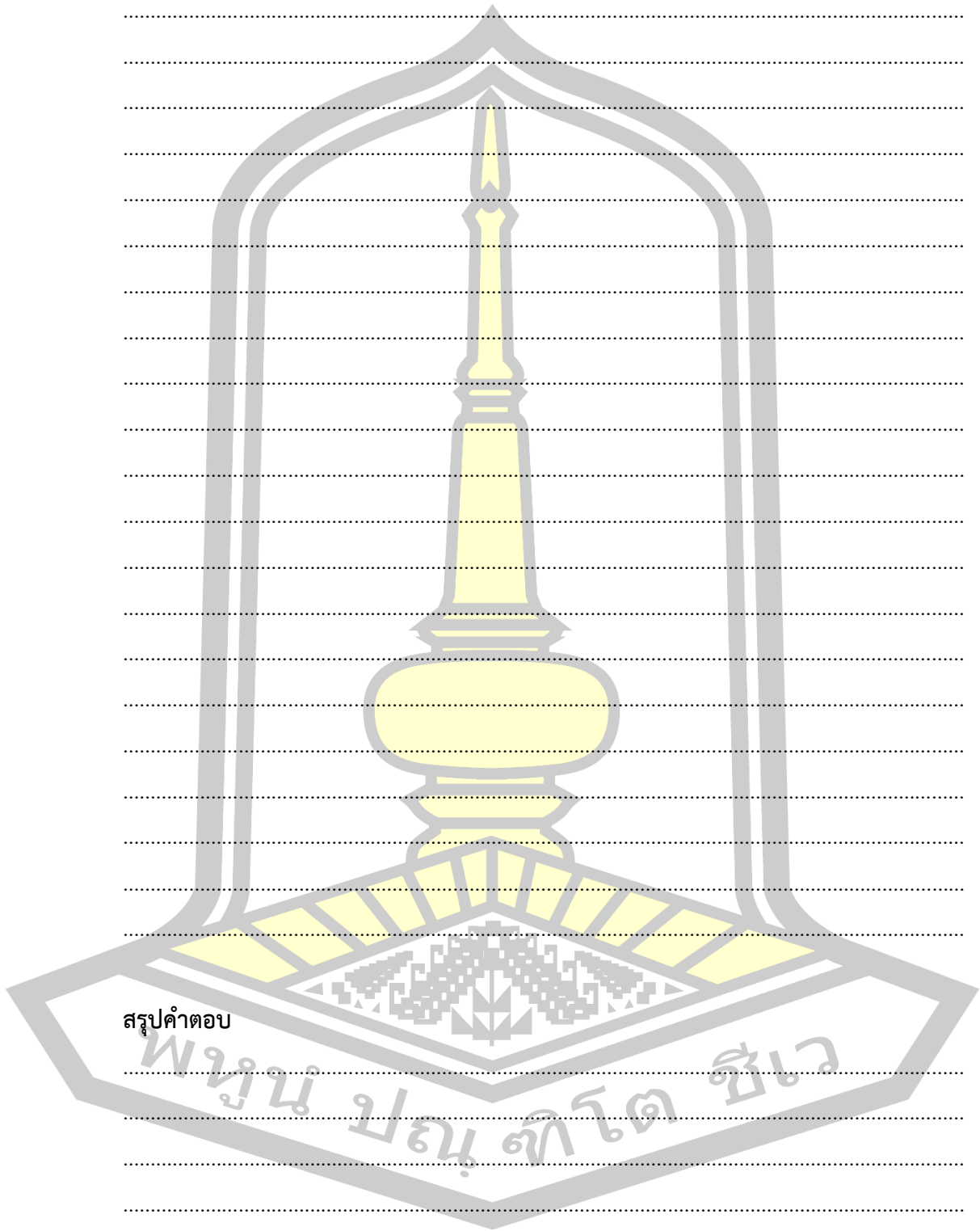
.....

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา



(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

2. กำหนดให้ $\log 5.55 = 0.7443$ และ $\log N = 3.7443$ จงหาค่าของ N

ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ...

ค่าของ N

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้... $\log 5.55 = 0.7443$ และ $\log N = 3.7443$

หาแนวทางการแก้ปัญหา

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

เงื่อนไขลอการิทึมในการทำข้อนี้คือ เรียง N ว่าเป็นลอการิทึมของ $\log N$

วางแผนการแก้ปัญหา

1. เขียน N ในรูปสัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ $N = A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ $n \in \mathbb{I}$

2. พิจารณา $\log N = 3.7443 = 0.7443 + 3$

3. ใช้รูปแบบการหาค่าลอการิทึมที่มีอยู่ โดยการทำข้อนี้

$$\log A + n = \log A + \log 10^n = \log (A \times 10^n) = \log N$$

ดำเนินการแก้ปัญหา

$$\text{จาก } N = A \times 10^n$$

$$\log N = 3.7443$$

$$= 0.7443 + 3$$

$$= \log 5.55 + \log 10^3$$

$$= \log (5.55 \times 10^3)$$

$$= \log (5550)$$

$$\log N = \log (5550)$$

$$N = 5550$$

สรุปคำตอบ

ดังนั้น 5550 เป็นลอการิทึมของ 3.7443

หรือ $N = 5550$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ - สกุล ชั้น ม. 4 เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ค่าของ $\log_9 729 = 3$

ข. ค่าของ $\log\left(\frac{1}{3}\right) 9 = -2$

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

1) ข้อ ก. ถูก ข้อ ข. ผิด

2) ข้อ ก. ผิด ข้อ ข. ถูก

3) ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

4) ข้อ ก. และข้อ ข. ผิด

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. $\left(\frac{4}{5}\right)^{-2} = \frac{25}{16}$ เขียนในรูปสมการลอการิทึมได้ $-2 = \log_{\frac{25}{16}} \frac{4}{5}$

ข. $\log_9 1 = 0$ เขียนในรูปสมการเลขยกกำลังได้ $1 = 9^0$

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

1) ข้อ ก. ถูก ข้อ ข. ผิด

2) ข้อ ก. ผิด ข้อ ข. ถูก

3) ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

4) ข้อ ก. และข้อ ข. ผิด

3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1) กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ

2) ฟังก์ชันลอการิทึม เป็นฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

3) ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจากจำนวนจริงไป

ทั่วถึงจำนวนจริงบวก

4) ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจากจำนวนจริง

บวกไปทั่วถึงจำนวนจริง

4. ถ้า $\log_{25} 5 = a$, $\log_5 25 = b$ แล้ว ab มีค่าตรงกับข้อใด

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

5. ค่าของ $\log_4 120 - \log_4 30$ เท่ากับข้อใด

1) 1

2) 2

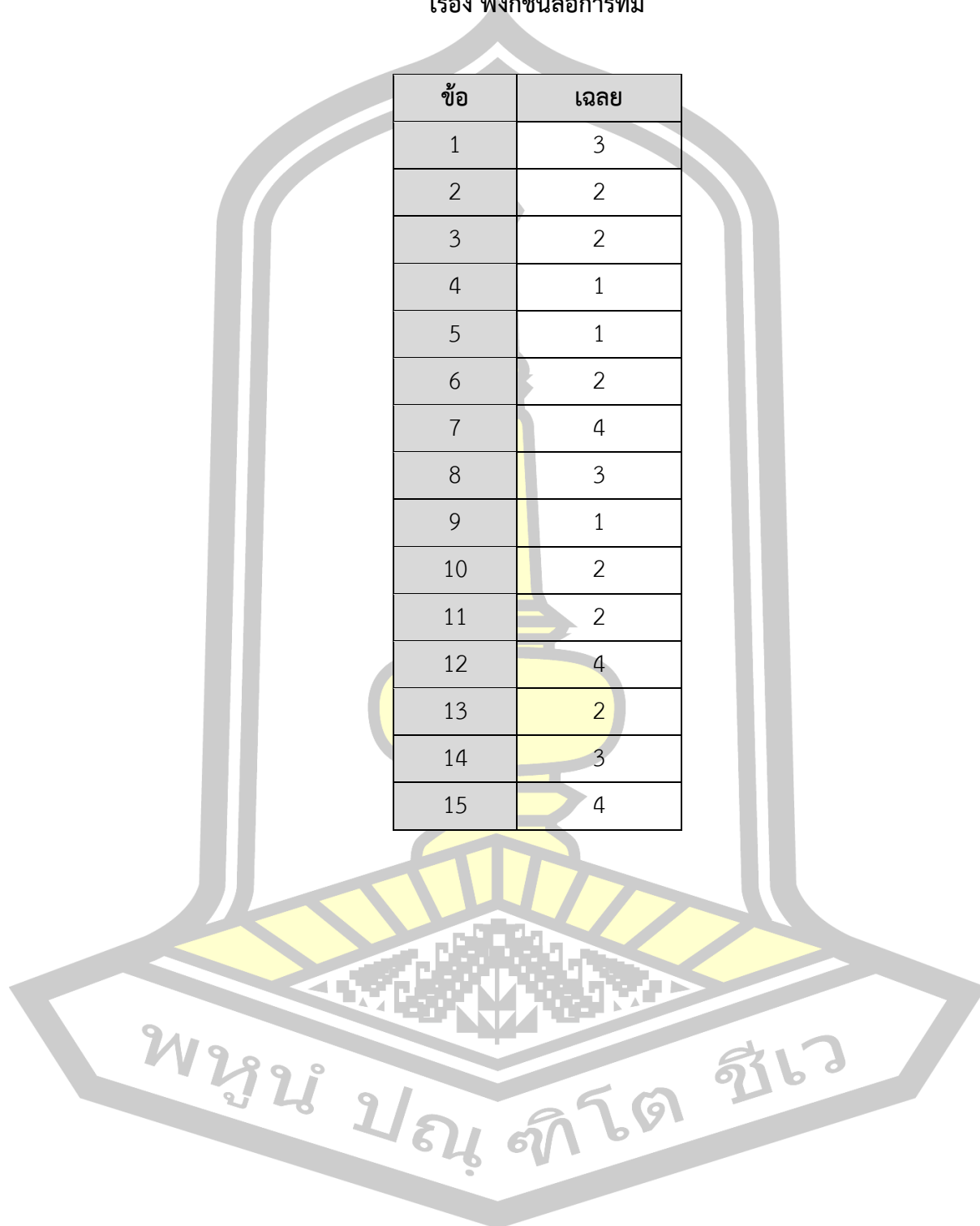
3) 3

4) 4

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อ	เฉลย
1	3
2	2
3	2
4	1
5	1
6	2
7	4
8	3
9	1
10	2
11	2
12	4
13	2
14	3
15	4



(ตัวอย่างการเขียนกระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม)

กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ นว. ชย. นว. ๖๖ ชั้น ม. 4/ ๑ เลขที่ ๓๗

ข้อ	1	2	3	4
1			X	
2		X	X	
3		X	X	
4	X			
5			X	
6				X
7			X	
8			X	
9	X			
10	X			
11		X		
12			X	
13		X		
14		X		
15				X

9

ศูนย์ ปณ. ที. โตะ ข...

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ชื่อ – นามสกุล (ผู้ถูกสัมภาษณ์)..... ชั้น เลขที่

วงจรรูปปฏิบัติการที่ เรื่อง วันที่

ข้อคำถาม

1. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์ปัญหาได้หรือไม่

 ได้

 ไม่ได้ เพราะ.....

2. นักเรียนสามารถระบุมุมมองที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่

 ได้

 ไม่ได้ เพราะ.....

3. นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้หรือไม่

 ได้

 ไม่ได้ เพราะ.....

4. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการได้หรือไม่

 ได้

 ไม่ได้ เพราะ.....

5. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

 เหมาะสม เพราะ.....

 ไม่เหมาะสม เพราะ.....

6. นักเรียนคิดว่า ปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งนี้คืออะไร และมีแนวทางในการแก้ไขอย่างไร

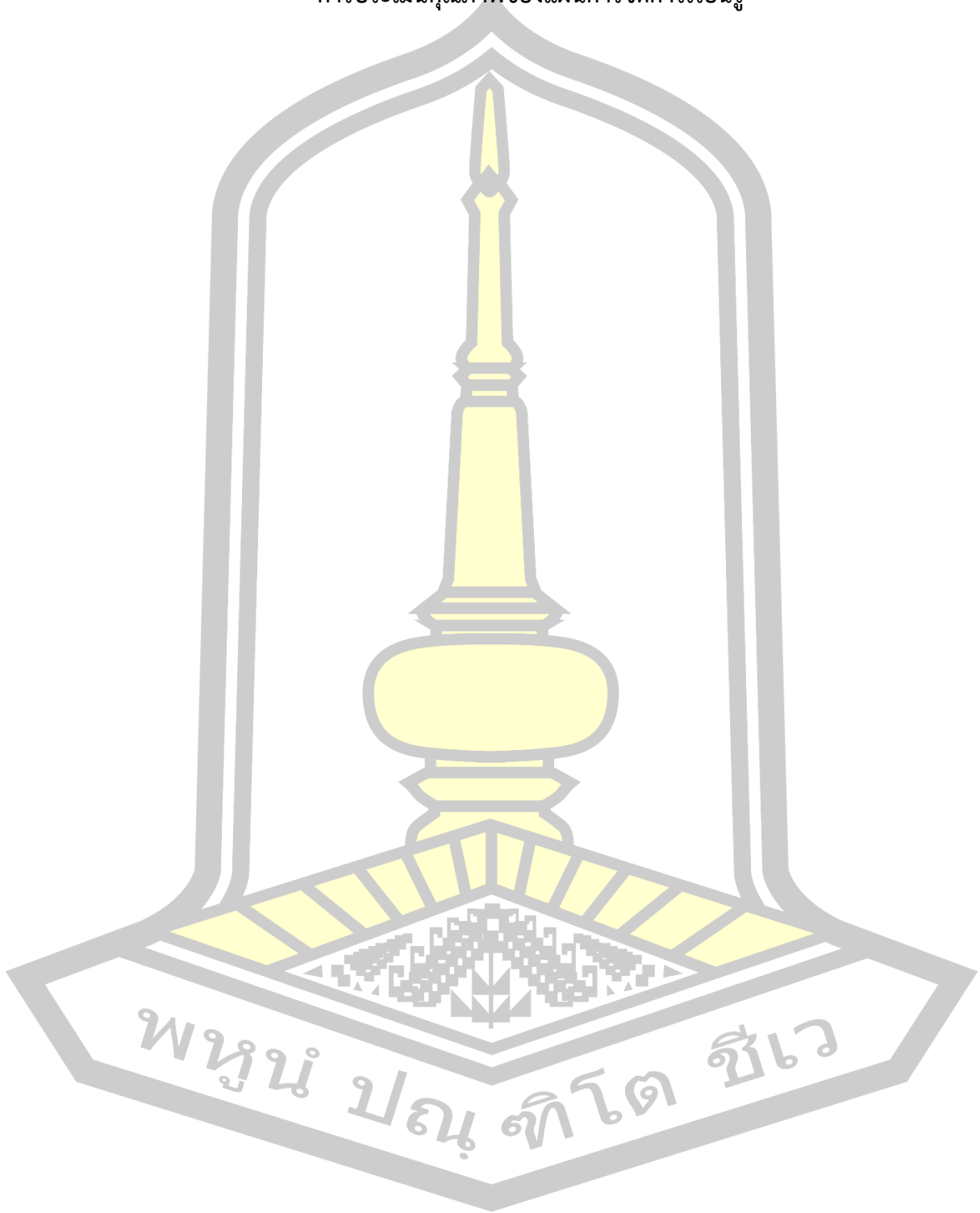
.....

7. นักเรียนคิดว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง เพราะอะไร

.....

ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้



ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความเหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ			
1.1 สาระสำคัญถูกต้องเหมาะสม	4.6	0.55	ดีมาก
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.6	0.55	ดีมาก
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.6	0.55	ดีมาก
2. ด้านตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	4.8	0.45	ดีมาก
2.2 ข้อความเข้าใจง่าย	4.6	0.55	ดีมาก
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.6	0.55	ดีมาก
3. ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.8	0.45	ดีมาก
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.2	0.45	ดี
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.4	0.55	ดี
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	5	0.00	ดีมาก
4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.6	0.55	ดีมาก
4.4 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.2	0.45	ดี
4.5 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.2	0.45	ดี
4.6 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.6	0.55	ดีมาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	5	0.00	ดีมาก

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความเหมาะสม
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	0.00	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	0.00	ดีมาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	5	0.00	ดีมาก
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	0.00	ดีมาก
เฉลี่ย	4.70	0.37	ดีมาก

ตาราง 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความเหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ			
1.1 สาระสำคัญถูกต้องเหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.6	0.55	ดีมาก
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.6	0.55	ดีมาก
2. ด้านตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	4.8	0.45	ดีมาก
2.2 ข้อความเข้าใจง่าย	4.8	0.45	ดีมาก
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.8	0.45	ดีมาก
3. ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.8	0.45	ดีมาก
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความเหมาะสม
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.6	0.55	ดี
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.8	0.45	ดี
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	4.6	0.55	ดีมาก
4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.8	0.45	ดีมาก
4.4 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.8	0.45	ดี
4.5 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.4	0.55	ดี
4.6 กิจกรรมมีความเป็นไปได้อ	5	0.00	ดีมาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	0.55	ดีมาก
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.8	0.45	ดีมาก
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.6	0.55	ดีมาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.8	0.45	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	0.00	ดีมาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	0.00	ดีมาก
เฉลี่ย	4.76	0.42	ดีมาก

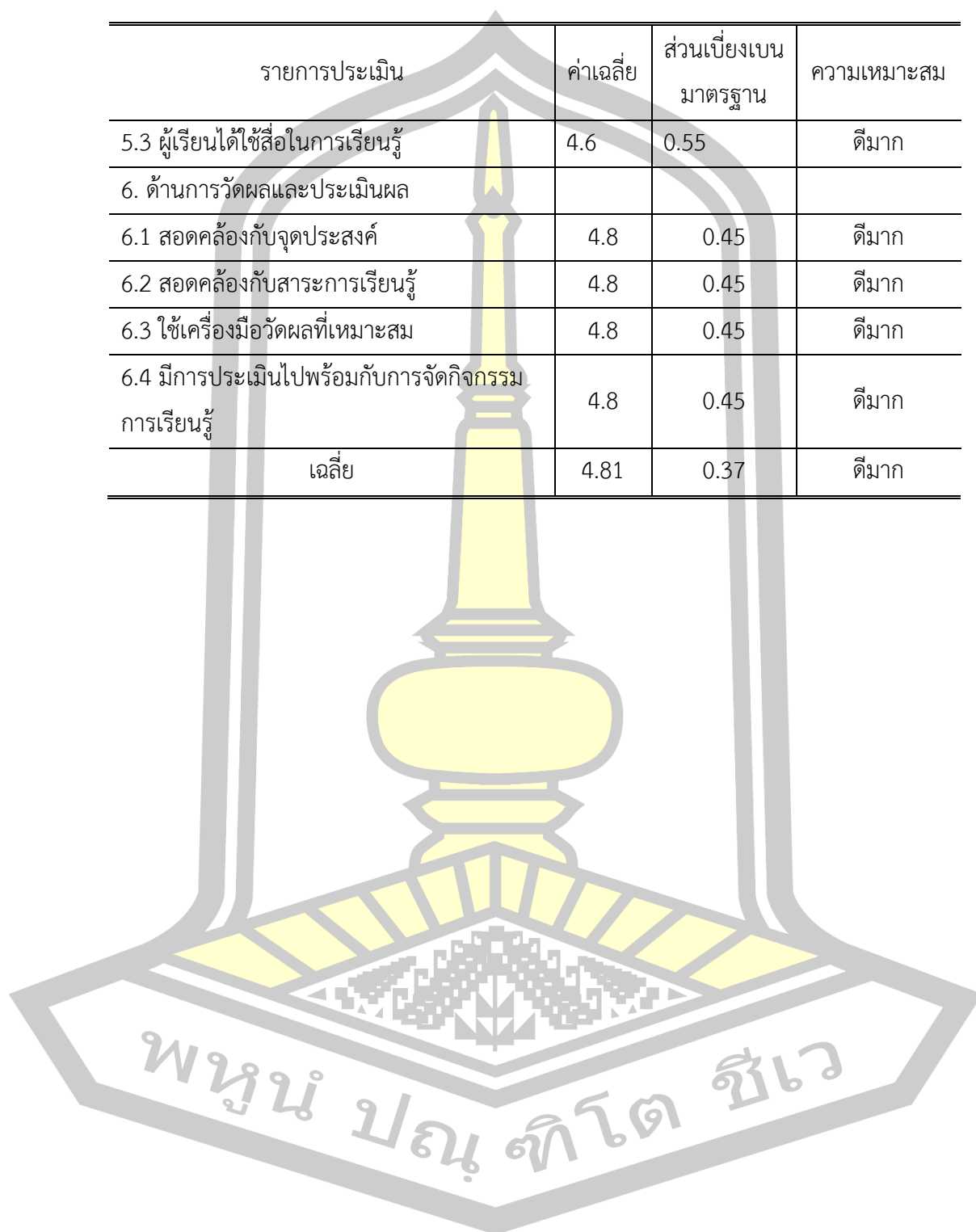
ตาราง 20 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความเหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ			
1.1 สาระสำคัญถูกต้องเหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.8	0.45	ดีมาก
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	0.00	ดีมาก
2. ด้านตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	0.00	ดีมาก
2.2 ข้อความเข้าใจง่าย	4.8	0.45	ดีมาก
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.8	0.45	ดีมาก
3. ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.8	0.45	ดีมาก
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.6	0.55	ดี
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.6	0.55	ดี
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	5	0.00	ดีมาก
4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	0.00	ดีมาก
4.4 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.8	0.45	ดี
4.5 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.8	0.45	ดี
4.6 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	5	0.00	ดีมาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	0.55	ดีมาก
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.8	0.45	ดีมาก

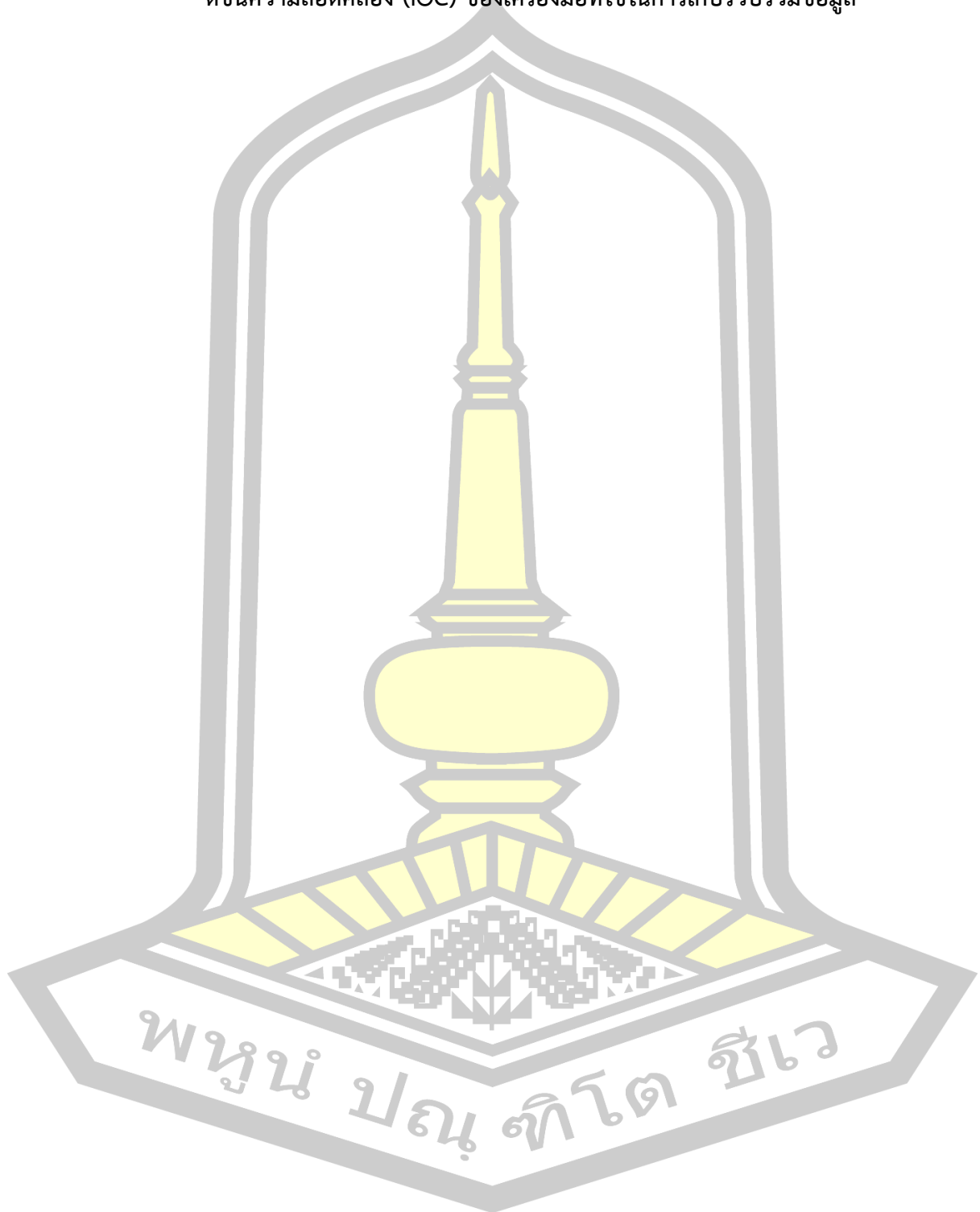
ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความเหมาะสม
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.6	0.55	ดีมาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.8	0.45	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	4.8	0.45	ดีมาก
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	4.8	0.45	ดีมาก
เฉลี่ย	4.81	0.37	ดีมาก



ภาคผนวก ง

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

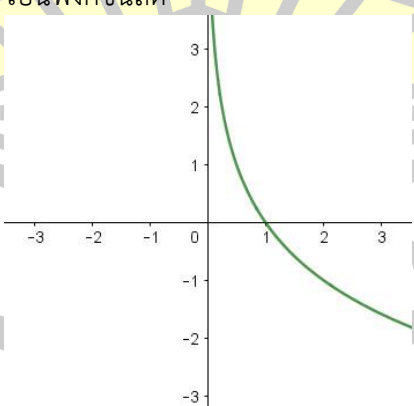


(ตัวอย่างแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง IOC)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้นำหนักดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่
 +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ชุดที่ 1					
จุดประสงค์	ข้อความ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการเขียนสมการเลขยกกำลังในรูปสมการลอการิทึมและสมการลอการิทึมให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้	<p>1. จงเขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปของลอการิทึม และเขียนลอการิทึมให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลัง</p> $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \quad \text{และ} \quad \log_{\frac{1}{2}} 4 = -2$ <p>ตอบ $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ เขียนในรูปของลอการิทึมจะได้ $3 = \log_{\frac{1}{2}} \frac{1}{8}$ และ $\log_{\frac{1}{2}} 4 = -2$ เขียนในรูปของเลขยกกำลังจะได้ $4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{-2}$</p>				
นักเรียนสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อเขียนกราฟฟังก์ชันลอการิทึมที่กำหนดให้ได้	<p>2. จงแสดงว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่ม หรือฟังก์ชันลด พร้อมทั้งเขียนกราฟ</p> $y = \log_{\frac{1}{2}} x$ <p>ตอบ เป็นฟังก์ชันลด</p> 				

ชุดที่ 1					
จุดประสงค์	ข้อคำถาม	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าของลอการิทึมได้ โดยใช้สมบัติของ	3. ให้หาค่าลอการิทึมโดยใช้สมบัติของลอการิทึม $(\log_3 81)(\log_5 125)$ $+ (\log_{27} 81)(\log_{\frac{1}{2}} 64)$ ตอบ 4				

ชุดที่ 2					
จุดประสงค์	ข้อคำถาม	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าลอการิทึมฐานสิบของจำนวนจริงบวกได้	1. กำหนดให้ $\log 4.85 = 0.6857$ จงหาค่าของ $\log 4,850,000$ ตอบ 6.6857				
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าแอนติลอการิทึมได้	2. กำหนดให้ $\log 5.55 = 0.7443$ และ $\log N = 3.7443$ จงหาค่าของ N ตอบ $N = 5550$				
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาค่าลอการิทึมธรรมชาติที่กำหนดให้ได้	3. กำหนด $\log e = 0.4343$ และ $e = 2.718$ ค่าของ $\log[\ln 3.02 + 2\ln 3 - \ln 10]^{10}$ เท่ากับเท่าไร ตอบ 0				

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ชุดที่ 3					
จุดประสงค์	ข้อความ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการหาสมการลอการิทึมได้	<p>1. กำหนดให้ x เป็นจำนวนจริงบวกที่สอดคล้องกับสมการ $3^{5x} \cdot 9^{x^2} = 27$ และ $y = \frac{(\log_2 3)(\log_4 5)(\log_6 7)}{(\log_4 3)(\log_6 5)(\log_8 7)}$ ค่าของ x^y เท่ากับเท่าใด</p> <p>ตอบ -27</p>				
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาเรื่องระดับความเป็นกรดเบสของสารละลายได้	<p>2. น้ำประปามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เท่ากับ 1×10^{-7} โมล/ลิตร ให้หาค่า pH ของน้ำประปาและพิจารณาว่าน้ำประปามีความเป็นกรด กลาง หรือเบส</p> <p>ตอบ pH = 7 น้ำประปามีความเป็นกลาง</p>				
นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาเรื่องการวัดระดับความเข้มเสียงได้	<p>3. แสตมป์เข้าร่วมกีฬาสี่ของโรงเรียน เขาเดินขบวนพาเหรดใกล้วงดุริยางค์ เสียงของเครื่องดนตรีมีระดับความเข้มเสียง 115 เดซิเบล ต่อมาเขาขึ้นไปนั่งร้องเพลงเชียร์อยู่บนอัฒจันทร์ของสี่เขียว เสียงกองเชียร์มีความเข้มเสียงเป็น 12.5 % ของเสียงดนตรี</p> <p>จากสถานการณ์ข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>1) ความเข้มของเสียงของเครื่องดนตรีเท่ากับกี่วัตต์ต่อตารางเมตร</p> <p>ตอบ 3.165×10^{-1} วัตต์ต่อตารางเมตร</p> <p>2) เสียงเครื่องดนตรีกับเสียงกองเชียร์มีระดับความเข้มเสียงต่างกันกี่เดซิเบล</p> <p>ตอบ 2.769×10^{-1} วัตต์ต่อตารางเมตร</p>				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตาราง 22 (ต่อ)

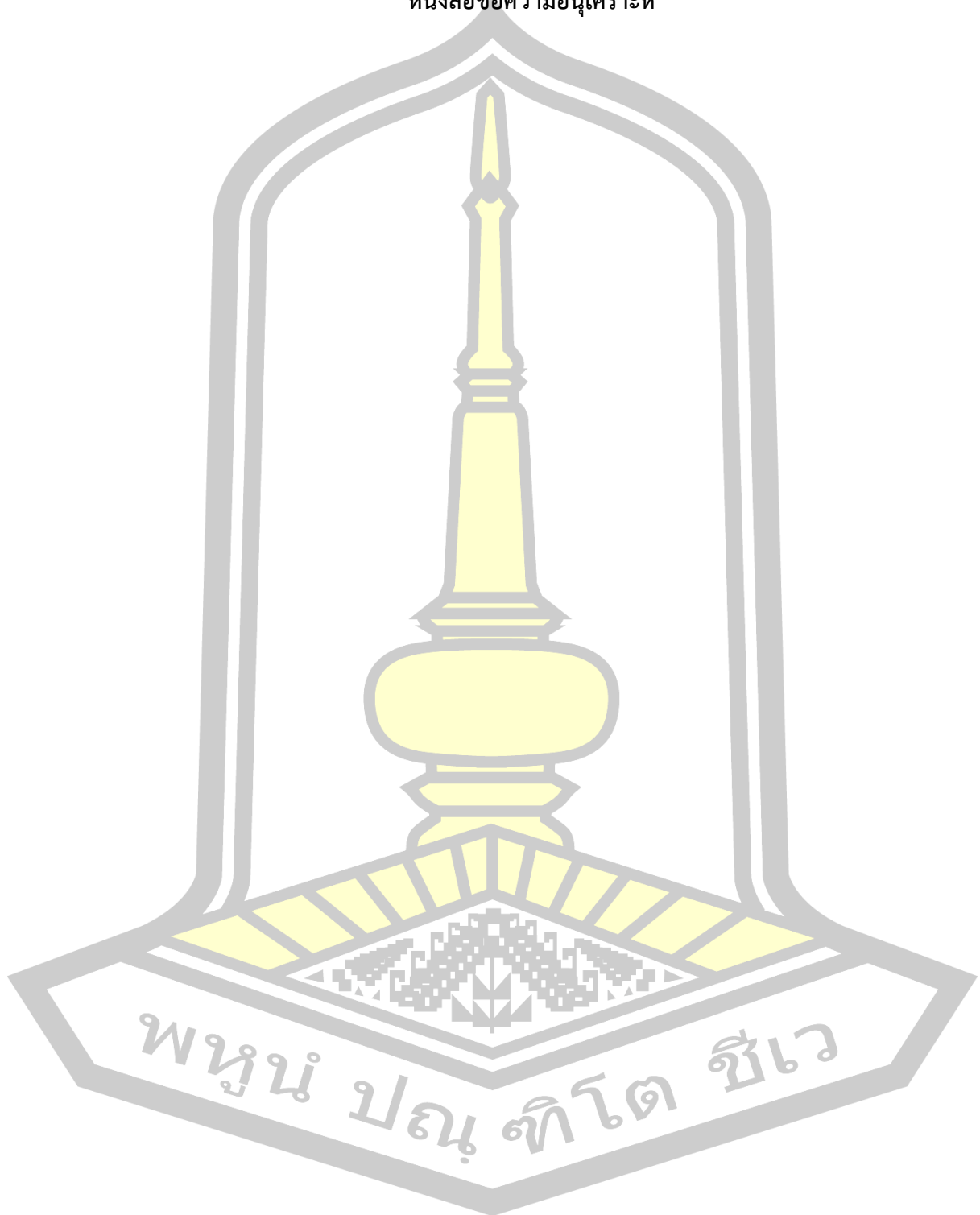
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
11	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
15	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง



ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว444 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นางสาวณัฐมิน สุวรรณไตรย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรีทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว444 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. สุชีรินณ์ อามาตย์บัณฑิต

ด้วย นางสาวณัฐมิน สุวรรณไตรย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2)/ว439

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

4 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางยุพิน พลเรือง

ด้วย นางสาวณาสุมิน สุวรรณไตรย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล 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 0918698751



ที่ อว 0605.5(2)/ว439

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

4 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสวัสดิ์ จันทมนตรี

ด้วย นางสาวณัฐมิน สุวรรณไตรย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0918698751



ที่ อว 0605.5(2)/ว553

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางจรีชยา โพธิ์สิงห์

ด้วย นางสาวณัฐมิน สุวรรณไตรย์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดูตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0918698751

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวณัฐมิน สุวรรณไตรย์
วันเกิด	วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดมุกดาหาร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 199 หมู่ 1 บ้านคำชะอี ตำบลคำชะอี อำเภอคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร 49110
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว