

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

นายสุรชัย วงศ์จันเสื่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND CRITICAL THINKING
ABILITIES OF NINTH GRADE STUDENTS BY ORGANIZING LEARNING ACTIVITIES
BASED ON DAPIC AND CONGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION APPROACHES

Mr. Surachai Wongjansau

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

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3
โดย	นายสุรชัย วงศ์จันทร์
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมยศ ชิดมงคล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรลิด)

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ : การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND CRITICAL THINKING ABILITIES OF NINTH GRADE STUDENTS BY ORGANIZING LEARNING ACTIVITIES BASED ON DAPIC AND CONGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION APPROACHES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ดร. อัมพร ม้าคอง, 143 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ
3. เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จำนวน 111 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 56 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ

ภาควิชา ...หลักสูตรและการสอน.....ลายมือชื่อ.....
 สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา 2555.....

5483456027 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS : DAPIC APPROACH / CGI APPROACH / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING /
CRITICAL THINKING

SURACHAI WONGJANSAU : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING
AND CRITICAL THINKING ABILITIES OF NINTH GRADE STUDENTS BY ORGANIZING
LEARNING ACTIVITIES BASED ON DAPIC AND CONGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION
APPROACHES. ADVISOR : ASSOC. PROF. AUMPORN MAKANONG, Ph.D., 143 pp.

The purposes of this research were:

1. to compare mathematics problem solving ability and critical thinking ability of ninth grade students learning by using organizing activities based on DAPIC and cognitively guided instruction approaches between pre-test learning and post-test learning.

2. to compare mathematics problem solving ability and critical thinking ability of ninth grade students between groups learning by using organizing activities based on DAPIC and cognitively guided instruction approaches and learning by using conventional activity.

3. to study mathematics problem solving and critical thinking abilities of ninth grade students learning by using organizing activities based on DAPIC and cognitively guided instruction approaches.

The subjects were 111 ninth grade students in academic year 2012 of Bodindecha (Sing Singhaseni) 2 School. There 56 students in experimental group and other 55 in controlled group. The research instruments were the mathematics problem solving ability test and critical thinking ability test. The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The results of research show that:

1. The mathematical problem solving and critical thinking abilities of ninth grade students after learning by using organizing activities based on DAPIC and cognitively guided instruction approaches were higher than before at .05 level of significance.

2. The mathematical problem solving and critical thinking abilities of ninth grade students learning by using organizing activities based on DAPIC and cognitively guided instruction approaches were higher than those of students learning by using conventional activity at .05 level of significance.

3. The students in the experimental group developed mathematical problem solving and critical thinking abilities in positive direction.

Department :Curriculum and Instruction.....Student's Signature.....

Field of Study :Mathematics Education.....Advisor's Signature.....

Academic Year : .2012.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าค นอง อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ คำชี้แนะ และแก้ไขสิ่งบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งตลอดมา จนทำให้เกิดวิทยานิพนธ์นี้ขึ้นได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมยศ ชิดมงคล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวัตพร พรหมเพ็ญ อาจารย์ ดร.พรพนทิพา พรหมรักษ์ อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสานและ อาจารย์รุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร และ อาจารย์นที สุขทรัพย์ ที่กรุณาตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)๒ และนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)๒ ที่ให้ความร่วมมือในการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองใช้ ให้ความร่วมมือในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้คำปรึกษา สนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
สมมติฐาน.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
แนวคิด DAPIC.....	13
แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC.....	13
กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	13
การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	14
วงจรแก้ปัญหาตามแนวคิดของชีวฮาร์ท.....	16
หลักการของแนวคิด DAPIC.....	18
แนวคิด CGI.....	19
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด CGI.....	19
หลักการและรูปแบบของแนวคิด CGI.....	24
แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CGI.....	25
บทบาทของครูในชั้นเรียน.....	26
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
ลักษณะของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	28
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29

	หน้า
กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	32
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	40
ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	40
องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	42
กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	43
การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
การออกแบบการวิจัย.....	60
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	60
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	61
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้รวมการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	80
1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน.....	80
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ.....	81
3. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	82

	หน้า
4. ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ.....	84
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ.....	85
1. ข้อมูลทั่วไป.....	85
2. พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	86
3. พฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน.....	90
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	94
สรุปผลการวิจัย.....	96
อภิปรายผลการวิจัย.....	96
ข้อเสนอแนะ.....	100
รายการอ้างอิง	103
ภาคผนวก	109
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	110
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือวิจัย.....	112
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวน(F-test) และ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน.....	119
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	122
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	132
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	143

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	<p>แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....</p>	54
2	<p>แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....</p>	70
3	<p>แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ.....</p>	71
4	<p>แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....</p>	72
5	<p>แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ.....</p>	73
6	<p>ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานภาคเรียนที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง.....</p>	103
7	<p>ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555.....</p>	103

ตารางที่		หน้า
8	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน.....	104
9	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน.....	104
10	แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	116
11	แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	121

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบของแนวคิด DAPIC.....	19
2	รูปแบบของแนวคิด CGI.....	24
3	แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหา.....	86
4	แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้อง.....	87
5	แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้องครบถ้วน.....	87
6	แสดงการแก้ปัญหาโดยไม่ได้วางแผน.....	88
7	แสดงการแก้ปัญหาโดยมีความพยายามในการวางแผน.....	88
8	แสดงการวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาและดำเนินการตามแผน.....	89
9	แสดงการสรุปคำตอบ.....	89
10	แสดงการสรุปคำตอบและเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ.....	90
11	แสดงการระบุข้อตกลงเบื้องต้น.....	90
12	แสดงการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ถูกต้องครบถ้วน.....	91
13	แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ระบุไว้.....	91
14	แสดงการนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา.....	92
15	แสดงการเขียนสรุปคำตอบ.....	92
16	แสดงการเขียนตอบคำถาม.....	93
17	แสดงการประเมินข้อสรุป.....	93

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนากระบวนการคิดของคนช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่สำคัญ เป็นวิชาที่จำเป็นในการดำรงชีวิต และยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรียนรู้ในสาขาวิชาอื่นๆ สอดคล้องกับคำกล่าวของยุพิน พิพิธกุล (2539: 1) ที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดนั้น เป็นความจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิดเราก็สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้เรามีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดหาสิ่งแปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ” ซึ่งปัจจุบันคณิตศาสตร์ไม่ใช่เป็นแค่รากฐานของวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นรากฐานของศาสตร์ทุกสาขา (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549: 71) และวิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคคล ช่วยให้เป็นคนมีเหตุผล คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีระบบ รู้จักวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย และมีความสามารถในการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง, 2547: 7) จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นรากฐานและเป็นแกนสำคัญของความเจริญก้าวหน้าทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์

ถึงแม้คณิตศาสตร์จะมีความสำคัญดังที่กล่าวมา แต่ในปัจจุบันการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (ONET) พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 ปีการศึกษา 2551 ปีการศึกษา 2552 ปีการศึกษา 2553 และปีการศึกษา 2554 คิดเป็นร้อยละ 25.52, 32.64, 26.05, 24.18, 32.08 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ คือ ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2555) และจากผลการวิจัยศักยภาพด้านการคิดของเด็กไทยของกองวิจัยทางการศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีศักยภาพในด้านการคิดต่ำสุด โดยเฉพาะศักยภาพด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กองวิจัยทางการศึกษา, 2543) ซึ่งศักดิ์สิน โรจน์สราญรมย์ กล่าวถึงสาเหตุไว้ว่า “สภาพจริงในการสอนของครูไม่ได้มีการออกแบบการเรียนการสอนที่นำไปสู่การพานักเรียนคิดและลงมือทำด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้การคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหา”

ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพร้อมกับการให้ความรู้ตามเนื้อหา เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างรอบครอบและตัดสินใจปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ (สมเดช บุญประจักษ์, 2540 : 11) และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสมาคมศึกษานิเทศก์ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM, 1977 : 19-22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรก ในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ และสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญ และจำเป็นอันดับแรก ของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน นอกจากนี้การแก้ปัญหายังช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ หลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาก็ก่อให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการแก่ผู้เรียน ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นส่วนสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหามที่น่าสนใจในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ การแก้ปัญหามที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน (IMaST, 2007) เป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพ โดยใช้ตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบเป็นชื่อเรียกกระบวนการ คือ กระบวนการแก้ปัญหาม DAPIC (Define: D, Assess: A, Plan: P, Implement: I, Communication: C) ซึ่งเป็นกระบวนการสำหรับการนำไปใช้ในการสอนเพื่อแก้ปัญหามทั้งในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ DAPIC มี 5 องค์ประกอบ คือ

- 1) Define ทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาให้มีความชัดเจน
- 2) Assess ระบุเงื่อนไขแวดล้อม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้อื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหาม
- 3) Plan วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหามที่เหมาะสมและวางแผนดำเนินการ
- 4) Implement นำแผนดำเนินการไปปฏิบัติ และสามารถปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นได้
- 5) Communication นำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ และสรุปร่วมกับผู้อื่น

ในการแก้ปัญหาโดยใช้ DAPIC นั้นมีความยืดหยุ่น ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ สามารถเริ่มที่องค์ประกอบใดก็ได้ และสามารถข้ามองค์ประกอบบางองค์ประกอบหรือใช้ซ้ำได้ในบางองค์ประกอบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา

การแก้ปัญหาคืออาศัยการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับโบโน(1976:29-32) ที่ได้กล่าวไว้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นกระบวนการเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ และทิสนา แจมณี (2534; 19) ได้กล่าวว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือความสามารถในการคิดเป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาและการสอน ความรู้และวิทยาการใหม่ๆ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้บุคคลทั้งหลายจำเป็นต้องมีทักษะการคิด เพื่อช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปรกติสุขในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยปัญหาต่างๆ บุคคลจำเป็นต้องตัดสินใจอยู่เสมอ และมีการตัดสินใจที่ดีนั้นก็ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน” ซึ่งสันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุสา สุชาติ ได้กล่าวไว้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การดำเนินชีวิต (2544: 29) ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบครอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความหรือข้อมูลที่มีอยู่หรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนเพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งที่กล่าวมานั้นคือ ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั่นเอง

การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างรอบครอบ สมเหตุสมผล เกิดการพัฒนาในทักษะต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ การอภิปราย การแสดงเหตุผล การรวบรวมข้อมูล (พิชิต สนั่นเอื้อ, 2547: 67) ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยการพิจารณาจากข้อมูลอย่างละเอียดรอบครอบก่อนตัดสินใจและเมื่อพบปัญหาหรือข้อโต้แย้งใดๆ สามารถพิจารณาลงข้อสรุปและตัดสินใจอย่างถูกต้องมีเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรเริ่มจากปัญหาสถานการณ์ที่ง่ายจนถึงปัญหาสถานการณ์ที่ท้าทายความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับทิสนา แจมณี (2551:3) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “ผู้เรียนควรได้ฝึกคิดจากสถานการณ์หรือปัญหาง่ายและค่อยๆ นำไปสู่ระดับที่ยากขึ้น รวมทั้งผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความ

กระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ และค้นหาคำตอบจนเป็นที่น่าพอใจ” และสอดคล้องกับอุไร มะ วิญชร (2543:37) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “ปัญหาหรือสถานการณ์นั้นต้องให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจโดยอาศัยหลักฐาน การอ้างอิง การนิรนัย การแปลความและการประเมินค่า ตามความคิดของตนได้อย่างเต็มที่ เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลหรือนำข้อมูลประสบการณ์ที่เคยได้รับมาแล้วมาใช้ในการประเมินสถานการณ์และแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ” ซึ่งคาร์เพนเตอร์และคณะ(Carpenter et al., 2000: 1) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ที่เรียกว่าแนวคิด CGI (Cognitively Guided Instruction) ซึ่งแนวคิด CGI นี้อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชี่ยวชาญของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา (Carpenter et al. 1989: 499-531; Fennema et al. 1993: 555-583) ซึ่งแนวคิด CGI มีหลักการดังนี้

- 1) การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน โดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา ใช้การแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน
- 2) การจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมและให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง
- 3) การเรียนการสอนนักเรียนควรจะสามารถสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะกับความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่
- 4) เนื่องจากการเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของความรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงแค่ว่านักเรียนแก้ปัญหานั้นๆได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหานั้นอย่างไร

นอกจากนี้จะเห็นว่าแนวคิด CGI เป็นแนวคิดที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ เน้นการแก้ปัญหามากกว่าชั้นเรียนเดิมๆ และครูจะต้องประเมินการคิดของนักเรียนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่างๆ (เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2551;65) ซึ่งการแก้ปัญหาคือเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ และมักรวมทักษะอื่นๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจ ผู้มีทักษะที่มีการแก้ปัญหาก็ดีมักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ (อัมพร ม้าคอง,2554; 39) ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาผ่านกระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์โดยใช้ แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจจะนำแนวคิด DAPIC และ CGI มาใช้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะเป็นวัยที่

สมควรจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้เพิ่มขึ้นอย่างเต็มที่ และศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนและการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

2. คำถามการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นหรือไม่
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จะทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนดีขึ้นหรือไม่
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ
5. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI

4. สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด DAPIC และ CGI เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียดดังนี้

คาร์เพนเตอร์และคณะ (Carpenter et al., 1989: 499-531) ศึกษาผลของการใช้ความรู้เกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการสอนในห้องเรียน (CGI) กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนนักเรียนเกรด 1 จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยครูในกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยครูในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

วิลเลซซีเนอร์และแคปเนอร์ (Villasenor and Kepner, 1993: 62-69) ได้สำรวจการใช้แนวการสอน CGI ของโรงเรียนขนาดใหญ่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 144 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในชั้นเรียน CGI มีคะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ชัยวัฒน์ อู่ป่าอาจ (2551: Abstract) ศึกษาผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) นักเรียนที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2) นักเรียนที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า การสอนตามแนวคิด CGI ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และงานวิจัยของชัยวัฒน์ อู่ป่าอาจ พบว่านักเรียนที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ

สมจิต บุญคงเสน (2549: Abstract) ศึกษาผลของการสอนภาษาไทยด้วยกลวิธีสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีสืบสอบมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธี สืบสอบ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียน การสอนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธี สืบสอบ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียน การสอนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Method) เป็นการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ต้องด้วยตนเอง ซึ่งคล้ายคลึงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ที่ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนการแก้ไขปัญหาด้วยตนเองโดยผู้สอนเป็นเพียงผู้เฝ้าตามความเข้าใจของผู้เรียน จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ว่า

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร)

5.2 ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

5.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความน่าจะเป็น

6. คำจำกัดความในการวิจัย

6.1 แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ

- 1) Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาให้มีความชัดเจน
- 2) Assess เป็นการระบุเงื่อนไขแวดล้อม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้อื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 3) Plan เป็นการวิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและวางแผนดำเนินการ
- 4) Implement เป็นการนำแผนดำเนินการไปปฏิบัติ พร้อมทั้งปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น
- 5) Communication เป็นการวิเคราะห์ผลจากการดำเนินการ และสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุปหรือผลลัพธ์ร่วมกับผู้อื่น

การแก้ปัญหามีสามารถเริ่มที่องค์ประกอบใดก็ได้ และสามารถข้ามองค์ประกอบบางองค์ประกอบหรือใช้บางองค์ประกอบซ้ำได้ โดยผู้แก้ปัญหาคือพิจารณาตามลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา

6.2 แนวคิด CGI เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานของการแนะนำให้คิดตามความเข้าใจของนักเรียน โดยมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจจากตัวนักเรียน ซึ่งมีหลักการดังนี้

- 1) การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน โดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา ใช้การแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน
- 2) การจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมและให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง
- 3) การเรียนการสอนนักเรียนควรจะสามารถสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะกับความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่

4) เนื่องจากการเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของความรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงแค่ว่านักเรียนแก้ปัญหาต่างๆ ได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหานั้นอย่างไร

6.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนเป็นผู้วางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามหรือชี้แนะให้นักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทำความเข้าใจ สามารถอธิบายและวางแผนแนวทางในการดำเนินการของตนเอง และลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนนำผลลัพธ์ของตนสื่อสารแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอนดังนี้

6.3.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นทบทวนความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

6.3.2 ขั้นการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครูสอนตามแนวคิดของ DAPIC และ CGI โดยดำเนินตามขั้น ดังนี้

1 Define เป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหา และใช้คำถามแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนในปัญหาที่จะแก้ โดยให้กำหนดหรือระบุสิ่งที่ต้องการและอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจน

2 Assess เป็นขั้นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมโดยใช้คำถามเพื่อตั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและครูแนะให้นักเรียนเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

3 Plan เป็นขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งครูถามนักเรียนถึงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลต่อเพื่อนในชั้น โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดออกมา และให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหของตนเอง

4 Implement เป็นขั้นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนวางแผนไว้ไปแก้ปัญหา และปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินการให้ดีขึ้น

5 Communication เป็นขั้นการนำผลการดำเนินการมาวิเคราะห์ และร่วมกันอภิปรายสรุปกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามนำในการอภิปราย

กระบวนการทั้ง 5 ขั้นเป็นการสอนในการแก้ปัญหาหรือเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาโดยเป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาในแต่ละปัญหาซึ่งอาจจะดำเนินการตามขั้นตอนหรือข้ามขั้นตอนได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา

6.3.3 ขั้นอภิปรายและสรุปผล เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

6.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคู่มือครู รายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

6.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการค้นหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ หลักการ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จนได้คำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้คือ คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1) การประเมินความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการบอกประเด็นสำคัญของปัญหาโดยระบุได้ว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง โจทย์ถามอะไร

2) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลที่ระบุไว้ในด้านที่ 1 ประกอบกับข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้เพื่อเลือกวิธีการและวางแผนดำเนินการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหตามี่วางแผนไว้จนกระทั่งได้คำตอบ

3) การสรุปคำตอบ เป็นความสามารถในเขียนคำตอบและอธิบายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหตามี่วางแผนไว้

6.6 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความหรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนเพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:11) มีดังนี้

1) การอนุมาน (Inference) เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปต่างๆ ว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการอนุมานจากข้อมูลที่กำหนดให้

2) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

3) การนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

4) การตีความเพื่อลงข้อสรุป (Interpretation) เป็นความสามารถในการตกลงใจหรือตัดสินใจตอบคำถามหรือสรุปผลได้สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

5) การประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ น่าเชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนด

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการวิจัยครั้งนี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่วัดกระบวนการคิดทั้ง 5 ด้านของวัตสันและเกลเซอร์

7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

7.1 เป็นแนวทางแก่ผู้สอนคณิตศาสตร์ในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระอื่นๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

7.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีการพัฒนาตนเองในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลและแนวคิดที่ได้ประมวลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. แนวคิด DAPIC

1.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

1.1.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

1.1.2 การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1.1.3 วงจรแก้ปัญหาตามแนวคิดของชีวฮาร์ท

1.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

2. แนวคิด CGI

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด CGI

2.2 หลักการและรูปแบบของแนวคิด CGI

2.3 แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CGI

2.4 บทบาทของครูในชั้นเรียน

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ลักษณะของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.4 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิด DAPIC

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท เพื่อใช้ในหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) โดยศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (Meier, Hovde, and Meier, 1996: 235)

1.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา (Polya, 1957 :5-10) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) ขั้นนี้เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาโดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อยๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาคืบขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผน (devising a plan) ขั้นนี้เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหาที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหานั้นที่สุด ผู้แก้ปัญหอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหบางส่วนได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการวางแผน (carrying out the plan) ขั้นนี้เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อยๆ ของงานที่ทำว่าทำถูกต้องหรือไม่ เป็นการกำกับการทำงาน

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ (looking back) ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

1.1.2 การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (A Model of Scientific Inquiry)

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาและตอบคำถาม มีขั้นตอนดังนี้ (Meier, Hovde, and Meier, 1996: 232)

1. การตั้งคำถาม (question)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรา เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่เราสนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมาคือ คำถาม ซึ่งการตั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งคำถามเกิดความเข้าใจและมองเห็นช่องทางของการค้นหาคำตอบเพื่อหาคำตอบของคำถามที่ตั้งขึ้น

2. การตั้งสมมติฐาน (hypothesize)

การตั้งสมมติฐานคือการคาดคะเนคำตอบ ที่อาจเป็นไปได้หรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์ และการศึกษาเอกสารต่างๆ โดยคำตอบของปัญหาซึ่งคิดไว้นี้ อาจถูกต้องแต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าจะมี การทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน จึงจะทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นควรตั้งสมมติฐานไว้หลายๆ ข้อ และทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานไปพร้อมๆ กัน

การตั้งสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นสมมติฐานที่เข้าใจง่าย มักนิยมใช้วลี "ถ้า...ดังนั้น"
2. เป็นสมมติฐานที่แนะแนวทางที่จะตรวจสอบได้
3. เป็นสมมติฐานที่ตรวจได้โดยการทดลอง
4. เป็นสมมติฐานที่สอดคล้องและอยู่ในขอบเขตข้อเท็จจริงที่ได้

จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่เคยยอมรับอาจล้มเลิกได้ถ้ามีข้อมูลจากการทดลองใหม่ๆ มา
 ลบล้าง แต่ก็ยังมีบางสมมติฐานที่ไม่มีข้อมูลจากการทดลองมาคัดค้านทำให้สมมติฐานเหล่านั้นเป็นที่
 ยอมรับว่าถูกต้อง

3. การทดลองหรือทดสอบ (experiment or test)

การตรวจสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ
 (เนื่องจากสมมติฐานที่ดีได้แนะดูทางการตรวจสอบและออกแบบการตรวจสอบไว้แล้ว) โดยการ
 ตรวจสอบสมมติฐานนี้ได้จาก 1) การสังเกต และการรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดจาก
 ประสบการณ์ธรรมชาติ 2) การทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติ หรือหาคำตอบหรือตรวจสอบ
 สมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเพื่อทำการค้นคว้าหา ข้อมูลและตรวจสอบว่าสมมติฐานข้อใด
 เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กระบวนการ คือ

3.1 การออกแบบการทดลอง คือการวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือ
 ปฏิบัติจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ ที่มีผล
 ต่อการทดลอง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

3.1.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable or
 Manipulated Variable) คือปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลองหรือตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการ
 ตรวจสอบว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นกัน

3.1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลที่เกิดจากการ
 ทดลอง ซึ่งต้องใช้วิธีการสังเกตหรือวัดผลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ และจะเปลี่ยนแปลงไป
 ตามตัวแปรอิสระ

3.1.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Control Variable) คือปัจจัยอื่นๆ ที่
 นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง และต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลอง เพื่อ
 ป้องกันไม่ให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบสมมติฐาน นอกจากจะควบคุม
 ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองจะต้องแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุด ดังนี้ 1) ชุดทดลอง หมายถึง ชุด
 ที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ 2) ชุดควบคุม หมายถึง ชุดของการทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐาน
 อ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งชุดควบคุมนี้จะมีตัวแปรต่างๆ เหมือนชุด
 ทดลองแต่จะแตกต่างจากชุดทดลองเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือตัวแปรที่เราจะตรวจสอบหรือตัวแปร
 อิสระ

3.2 การปฏิบัติการทดลอง ในกิจกรรมนี้จะลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
 โดยจะดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ และควรจะทำซ้ำๆ หลายๆ ครั้งเพื่อให้แน่ใจ
 ว่าได้ผลเช่นนั้นจริง

3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกที่ได้จากการทดลอง ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถรวบรวมไว้ใช้สำหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

4. การวิเคราะห์ (analyze)

เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลองหรือการรวบรวมหรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบ เทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า สอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

5. การสร้างข้อสรุป (draw conclusions)

การสรุปผล เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้วมาสรุป พิจารณาว่า ผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะกลายเป็นทฤษฎี (Theory) และทฤษฎีนั้นก็สามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

1.1.3 วงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ท

เป็นวงจรการแก้ปัญหาที่คิดค้น โดยวอลท์เตอร์ เอ ชิวฮาร์ท (Walter A Shewhart, 1980:39 - 40) ผู้บุกเบิกการใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรมและต่อมาวงจรนี้เริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นเมื่อเผยแพร่ให้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานภายในโรงงานให้ดียิ่งขึ้น และช่วยค้นหาปัญหาอุปสรรคในแต่ละขั้นตอนการผลิตโดยพนักงานเอง จนวงจรนี้เป็นที่รู้จักกันในอีกชื่อว่า “วงจรเดมมิ่ง” ต่อมาพบว่า แนวคิดในการใช้วงจร PDCA นั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกกิจกรรม ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก PDCA เป็นอักษรนำของศัพท์ภาษาอังกฤษ 4 คำคือ

1. การวางแผน (Plan)
2. การปฏิบัติตามแผน (Do)
3. การตรวจสอบ (Check)
4. การปรับปรุงแก้ไข (Act)

1. การวางแผน (Plan: P) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจากการวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในวงจรเดมมิ่ง เป็นการหาองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธิตำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้ มีการดำเนินการดังนี้

1.1 ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน เพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงาน หรือหาสาเหตุ ของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุง หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรจะวางแผนและดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตาราง ตรวจสอบ แผนภูมิ แผนภาพ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น

1.3 อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือก วิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุ ของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์แผนภูมิหรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิแกงปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคน ในทีมงานคุณภาพเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดมความคิด (Brainstorm) ในการแก้ปัญหา โดยสร้างทางเลือกต่างๆ ที่เป็นไปได้ ในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

1.4 เลือกวิธีการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงการดำเนินงาน โดยร่วมกันวิเคราะห์ และวิจารณ์ทางเลือกต่างๆ ผ่านการระดมความคิด และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิก เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน ให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะต้องทำวิจัยและหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือกำหนดทางเลือกใหม่ที่มีความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาได้มากกว่าเดิม

2. การปฏิบัติตามแผน (Do: D) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตาราง การปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้นๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี จากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้นๆ ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการ ปรับแผนใหม่และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้ก็นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

3. การตรวจสอบ (Check: C) หมายถึง การตรวจสอบว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผน หรือการแก้ปัญหาตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบความสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

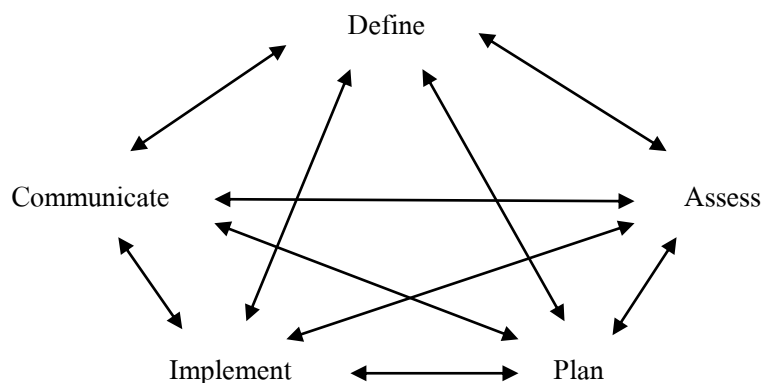
4. การดำเนินการให้เหมาะสม (Action : A) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอน ตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นกรนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ (C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

จะเห็นว่า 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 แต่อยู่ที่คนที่มีคุณภาพ และเข้าใจคุณภาพอย่างแท้จริง หรือที่เรียกว่า คุณภาพอยู่ที่ใจ (Quality at Heart) ที่พร้อมจะเปิดใจเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา อย่างมุ่งมั่น และไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค (ณัฐพันธ์ เจริญนันท์ และคณะ. 2546 : 80)

1.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

แนวคิด DAPIC ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ (IMaST, 2007) คือ

1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา และระบุปัญหาให้มีความชัดเจน
2. Assess เป็นการเก็บรวบรวมสารสนเทศต่างๆ ระบุเงื่อนไขแวดล้อม หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้อื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3. Plan เป็นการวิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและวางแผนดำเนินการ
4. Implement เป็นการนำแผนดำเนินการที่วางไว้ไปปฏิบัติตามแผนดำเนินการ และสามารถปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นได้
5. Communication เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ และสื่อสารแลกเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้ออกมาให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับรู้



แผนภาพที่ 1 องค์ประกอบของแนวคิด DAPIC

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน มีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ สามารถเริ่มที่องค์ประกอบใดก็ได้ และสามารถข้ามองค์ประกอบบางองค์ประกอบหรือใช้ซ้ำได้โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา (Meier, Hovde, and Meier, 1996: 235-236)

2. แนวคิด CGI

แนวคิด CGI (Cognitive Guided Instruction: CGI) เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดย คาร์เพนเตอร์ และคณะในปีค.ศ. 1980 (Carpenter, 2000:1) ซึ่งแนวคิด CGI นี้อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำมาพิจารณาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา (Carpenter et al. 1989: 499-531)

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด CGI

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ CGI ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม (Cognitive Theory) ซึ่งให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ของนักเรียนว่าต้องเกิดจากตัวผู้เรียนเอง กล่าวคือ จะเน้นความสัมพันธ์ของส่วนย่อยโดยเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงของส่วนย่อยส่วนใดส่วนหนึ่งจะมีผลต่อส่วนรวม และการรับรู้ซึ่งคนส่วนมากจะเป็นอัตวิสัย (Subjective) ซึ่งเน้นความสำคัญ of นักเรียนว่า จะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำหรือเป็นผู้ที่ริเริ่มและกระตือรือร้น เรียนรู้ด้วยการหยั่งรู้ (Insight) ซึ่งเป็นการอธิบายถึงกระบวนการรู้คิด (Cognitive Process) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าที่เป็นสิ่งแวดล้อมของปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่นักจิตวิทยากลุ่มนี้จะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับการรู้คิดและความสำคัญของผู้เรียน โดยถือว่าการเรียนรู้เป็นผลของการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541, หน้า 47-59, 212-219)

2.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ที่มีบทบาทในวิชาชีพต่างๆ มาก ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วย การจัดระเบียบของความรู้ในสมอง วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือ กลุ่มโครงสร้างความรู้ในสมองนั่นเอง (รัญจวน คำชิริพิทักษ์, 2538: 21) โดยองค์ประกอบที่เสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญา มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. วุฒิภาวะ 2. ประสบการณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และ ประสบการณ์เกี่ยวกับการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา 3. การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม 4. กระบวนการปรับให้เกิดความสมดุล นอกจากนี้เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้นคือ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541: 51-59)

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage อายุ 0 – 2 ปี) เป็นขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กอ่อนจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่า สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage อายุ 2 – 7 ปี) เป็นขั้นที่เขาวงปัญหาและการรับรู้ของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถที่จะใช้ภาษาอย่างลึกซึ้ง แต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้น ได้อย่างแท้จริงและมีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage อายุ 7 – 11 ปี) เด็กวัยนี้มีเขาวงปัญหาที่มีคุณภาพแตกต่างจากเด็กขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ คือ สามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลและไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะพร้อมๆ กัน คือขนาดและน้ำหนัก หรือ ขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลายๆ อย่าง และคิดย้อนกลับได้ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น

4. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage อายุ 12 ปีขึ้นไป) เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถคิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผล

อย่างแท้จริง เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขึ้นสูงและสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขึ้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยาและพฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ หากนำแนวคิดนี้ไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง นอกจากนี้เพียเจต์ยังเน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเอง และผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 1-2) และในการสอนผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลในการแก้ปัญหา แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับครู รวมทั้งให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเกิดการพัฒนาทางสติปัญญา มีการอภิปรายถึงเหตุผลในการแก้ปัญหา

2.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่าการรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งรับรู้ที่เกิดขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบเนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันทำให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้นนอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง และให้ความสำคัญของกระบวนการคิดมากกว่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง บรูเนอร์เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบว่าประกอบด้วย

1. แรงจูงใจภายในของผู้เรียน ครูต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน จัดสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง
2. โครงสร้างของบทเรียนต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
3. การจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียน
4. แรงเสริมด้วยตนเอง โดยครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน (สุรางค์ ใ้วตระกูล, 2541: 298-299)

นอกจากนี้บรูเนอร์ได้เสนอกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดและสติปัญญา 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำมีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage) ของเพียเจต์

2. ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เป็นขั้นที่การคิดหรือตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลัก เทียบได้กับขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ของเพียเจต์

3. ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นขั้นที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ จากการฟัง การอ่าน และการเขียน เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage) ของเพียเจต์ จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทฤษฎีทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ว่ามีความสัมพันธ์ และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน แต่มีส่วนที่ต่างกันอยู่บางส่วน คือ บรูเนอร์ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์จากการทดลอง แต่เพียเจต์ศึกษาจากโครงสร้างทางชีววิทยา (รัญจวน คำวชิรพิทักษ์, 2538: 23) ดังนั้นทฤษฎีทฤษฎีพัฒนาการของบรูเนอร์จึงเป็นทฤษฎีที่คู่ขนานกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ โดยที่บรูเนอร์ศึกษาค้นคว้าโดยยึดหลักขั้นต่างๆ ของทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์เป็นหลักแนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) เลชใช้แนวคิดข้างต้นของบรูเนอร์ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ รูปแบบ ได้แก่ จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรมสามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ ไดอะแกรม ภาษาเขียนภาษาพูด และสถานการณ์จริง โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่นๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การพูดและการเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 3-4) ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์มีแนวคิดเกี่ยวกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยผู้เรียนที่มีช่วงอายุ 10 -11 ปีจะอยู่ในระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) ต่อเนื่องกับระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage)

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยมีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเยใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายการเรียนรู้ กานเยเสนอแนวคิดว่าการเรียนการสอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า จะให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไร ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิง

พฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานเดิมของผู้เรียน การจัดลำดับชั้นการเรียนรู้โดยการชี้แนะของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดหรือพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนและเชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้นาน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ประการ คือ (ประยูร อาษานาม. 2537)

1. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเข้าใจ
2. ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างชัดเจน
3. การจำแนกความรู้เดิมละความรู้ใหม่

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2537: 80)

1. การจูงใจ ก่อนการเรียนรู้ต้องมีการจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยดี
2. ความเข้าใจ ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในบทเรียนจึงจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
3. การได้รับ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนจะก่อให้เกิดการได้รับความรู้เพื่อเก็บไว้หรือจดจำบทเรียนไว้ตลอดไป
4. การเก็บไว้ หลังจากผู้เรียนได้รับความรู้ก็จะเก็บความรู้เหล่านั้นไว้ตามสมรรถภาพการจำของแต่ละบุคคล
5. การระลึกได้ เมื่อผู้เรียนเก็บความรู้ไว้ก็จะถูกนำมาใช้ในโอกาสต่างๆเท่าที่จะระลึกได้
6. ความคล้ายคลึง ผู้เรียนจะนำสิ่งที่ระลึกได้ไปใช้ และเมื่อพบกับสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกัน จะนำความรู้ดังกล่าวไปสัมพันธ์กับการเรียนรู้ในความรู้ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน
7. ความสามารถในการปฏิบัติ หลังจากที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วนั้น ไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง
8. การป้อนกลับ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้ถูกต้องเพียงใด สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ จะได้นำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ต่อไป

นอกจากนี้กานเย ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในด้วยการบอกจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ชี้นำให้ผู้เรียนใส่ใจในประเด็นที่สำคัญในบทเรียน
3. สอนข้อมูลหรือเนื้อหาใหม่โดยสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถระลึกถึงความรู้เดิมได้

4. ใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน
5. จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการระลึกถึงที่เรียนในหลายๆลักษณะ เช่น การชี้แนะการให้คำถามนำ เป็นต้น
6. สนับสนุนให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกันได้เหมาะสม
7. ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

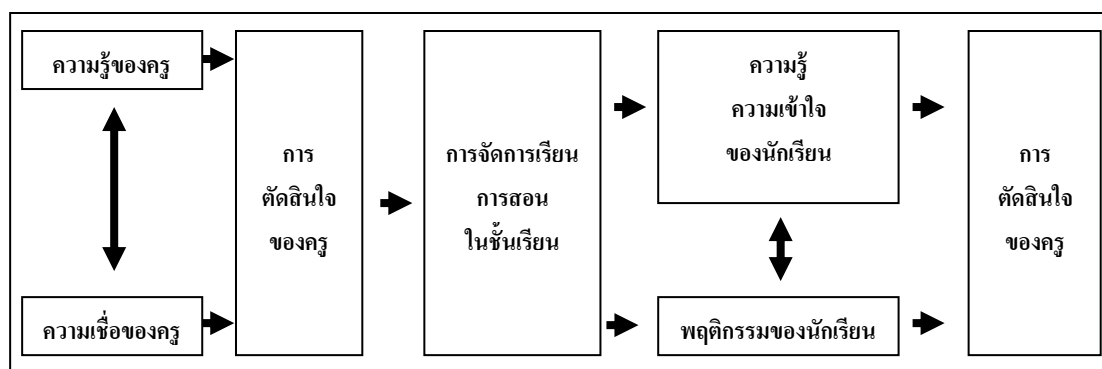
ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดเมื่อมีการสอนเนื้อหาใหม่โดยให้เชื่อมโยงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาเดิมที่นักเรียนระลึกได้ ดังนั้นการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายใน และตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

2.3 หลักการและรูปแบบของแนวคิด CGI

แนวคิด CGI มีหลักการดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนต้องอยู่บนพื้นฐานว่าอะไรที่นักเรียนแต่ละคนควรรู้
2. การจัดการเรียนการสอนควรพิจารณาว่าจะสามารถพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างไร
3. ต้องมีกิจกรรมในการเรียนคณิตศาสตร์

รูปแบบของแนวคิด CGI แสดงดังภาพประกอบ



แผนภาพที่ 2 รูปแบบของแนวคิด CGI

จากหลักการและรูปแบบของแนวคิด CGI นำมาซึ่งหลักการของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด CGI (Cognitive Guided Instruction: CGI) ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา ใช้การแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน
2. การจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมและให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง
3. การเรียนการสอนนักเรียนควรจะสามารถสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะกับความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่
4. เนื่องจากการเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของความรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงแค่ว่านักเรียนแก้ปัญหาต่างๆ ได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหานั้นอย่างไร (Carpenter et al. 1989: 499-531)

คาร์เพนเทอร์ได้ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนแบบ CGI ไว้อีกว่า 1. เป็นการพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2. การจัดการเรียนรู้ของครูมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3. ความรู้และความเชื่อของครูมีผลต่อการจัดการเรียนการสอน และ 4. ความรู้และความเชื่อของครูได้รับอิทธิพลมาจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Carpenter et al. 2000: 1) จากที่กล่าวมาพบว่า ชั้นเรียน CGI มีลักษณะที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ เน้นการแก้ปัญหา มากกว่าชั้นเรียนเดิมๆ และชั้นเรียน CGI ครูจะต้องประเมินการคิดของนักเรียนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่างๆ

2.4 แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CGI

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CGI มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง อาศัยความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ผู้สอนต้องวินิจฉัยผู้เรียนเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและมีความสนใจในขั้นตอนแก้ปัญหาอย่างไรผู้เรียนในห้องเรียน ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CGI จะใช้เวลาส่วนใหญ่ ใช้วิธีการ และรูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันได้ตามศักยภาพของตน รวมทั้งการได้มีโอกาสได้พูดคุยและนำเสนอแนวคิดของตน ให้มีความสำคัญ และการยอมรับจากเพื่อนๆ และผู้สอนในการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งสำคัญที่ผู้สอนต้องคำนึงคือ ผู้สอนจะไม่สอนวิธีการในการแก้ปัญหาใดๆ แก่ผู้เรียนแต่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้พิจารณาแนวทางในการ

แก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยเหลือผู้เรียน ได้ค้นพบข้อผิดพลาดด้วยตัวของผู้เรียนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนรู้สึกง่ายและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้รับความรู้หลายรูปแบบจากการร่วมอภิปรายกับเพื่อนๆ ซึ่งมีลักษณะการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Franke and Weishaupt:1998)

2.5 บทบาทของครูในชั้นเรียน CGI

บทบาทของครูในชั้นเรียน CGI มีดังนี้ (Carpenter et al. 1999: 60-85; NCRMSE.1992 และ Hanks. 1998)

1. ครูควรใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้
2. ครูควรมีความกระตือรือร้นและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจถึงความคิดของนักเรียนแต่ละคน
3. ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน
4. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพูด การเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไรและทำอะไร รวมทั้งครูก็จะสามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย
5. ครูควรนำเสนอปัญหา สถานการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน และสามารถพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้
6. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองแทนที่จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้
7. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่นส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน
8. ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่างๆ
9. ครูไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจนตายตัว หรือใช้สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนอย่างกว้างๆ และปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการหรือแนวความคิดของนักเรียน

สำหรับการประเมินผลของชั้นเรียน CGI นั้น ครูควรมีการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนบ่อยๆ และใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น ประเมินโดยการสังเกต การใช้คำถาม การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือ การฟังจากการนำเสนอแนวคิดและเหตุผลของนักเรียน เป็นต้น โดยการประเมินนั้นควรทำควบคู่ไปกับการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมา พบว่า แนวคิด CGI เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจจากตัวนักเรียน

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาคือความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาคือวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่างๆ ประกอบ (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 39)

3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson and Pingry, 1973:228) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการหาข้อสรุป หรือคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้ต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกันไป

เบล (Ball, 1978:309-310) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า สถานการณ์ใดๆ จะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลใดถ้าเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ทันทีทันใด การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้หาคำตอบนั้น

อดัมส์ (Adams, 1977:176) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะหมายถึง ปัญหาที่เป็นภาษา (Word problem) ปัญหาที่เป็นเรื่องราวและปัญหาที่เป็นคำพูด (Verbal problem) ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะแตกต่างกับแบบฝึกหัดตรงที่แบบฝึกหัดไม่จำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจทำเท่ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์

แย้งน้อย ทองธวัช (2527:16) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาณ การหาคำตอบนั้นต้องใช้การตัดสินใจและการรวบรวมความคิดซึ่ง ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

กำจร มุณีแก้ว (2539:16) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็น สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจ

ดวงทิพย์ เพ็ชรนิล (2544:48-49) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ ดังนี้ เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือ คำอธิบายให้เหตุผล ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกัน

ยุพิน พิพิธกุล (2542,5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหา เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้อง อาศัยทักษะ ความรู้หรือประสบการณ์ต่างๆ มาช่วยในการหาคำตอบ

3.2 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนลสันและเคอร์ปาทริก (Nelson and Kirkpatrick, 1975:71-72) ได้กล่าวถึงลักษณะ ของปัญหาที่ดีสำหรับนักเรียน ดังนี้

1. ปัญหานั้นควรเป็นข้อพิสูจน์ที่แสดงถึงความเป็นจริงและความถูกต้อง
2. สถานการณ์ของปัญหา ควรนำมาซึ่งสิ่งที่เป็นจริงหรือประยุกต์มาจากสิ่งที่เป็นจริง
3. ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ
4. ควรให้นักเรียนสามารถนำปัญหามาเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปธรรมได้
5. ควรมีวิธีการที่แตกต่างในการแก้ปัญหา
6. ลักษณะของปัญหาควรมีความเป็นไปได้
7. ลักษณะของปัญหาที่ให้นักเรียนมีความเชื่อว่าเขาสามารถแก้ปัญหาได้และรู้ว่าเมื่อใดจะได้คำตอบ

ครูลิก และเรย์ (Krutik and Rey, 1980:280) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนพบบ่อยในห้องเรียน
2. ปัญหาควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้แก้ปัญหา กลวิธีที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาแล้ว ลักษณะปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีต้องมีความน่าสนใจ มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น ผู้แก้ปัญหามust ใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหานั้นซึ่งนักวิชาการได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957 :5-10) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาโดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหามาตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่
2. ขั้นการวางแผน เป็นการเชื่อมคยระหว่างข้อมูลในปัญหาที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหา
3. ขั้นการดำเนินการวางแผน เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อยๆ ของงานที่ทำว่าทำถูกต้องหรือไม่ เป็นการกำกับการทำงาน
4. ขั้นการตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

สเตอร์นเบิร์ก (Stemberg, 1999:351-354) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Problem Identification) เพื่อกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาลงถูกต้อง ควรระบุสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงก่อน
2. การจำกัดความของปัญหา (Definition of Problem) เมื่อสามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้แล้ว จำเป็นต้องใช้คำจำกัดความของปัญหา เพราะหากไม่มีคำจำกัดความหรือคำจำกัดความของปัญหานั้นคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง โอกาสในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ

3. การสร้างกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Constructing Strategy for Problem Solving) เป็นขั้นตอนในการวางแผนกลยุทธ์ต่างๆ และวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่ซับซ้อนให้เห็นเป็นขั้นตอน หรือสังเคราะห์องค์ประกอบหลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กันแล้วนำมาเชื่อมโยงกัน เพื่อใช้ระบอช่นในการแก้ปัญหา

4. การจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Organizing Information about a Problem) เป็นการจัดระเบียบข้อมูลที่มีอยู่เพื่อนำมาใช้มรการดำเนินการแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ หรือการสร้างภาพในใจ ที่ช่วยในการกำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน

5. การจัดสรรทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Allocation of Resources) คนส่วนใหญ่มจะเผชิญหน้ากับปัญหาโดยอยู่ในขอบเขตของทรัพยากรที่จำกัดในด้านต่างๆ การแก้ปัญหาแต่ละปัญหาต้องใช้ทรัพยากรในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่นปัญหาบางปัญหาต้องอาศัยระยะเวลาในการแก้ปัญหา และต้องการเครื่องมือหลายชนิด ในขณะที่บางปัญหาอาศัยทรัพยากรเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากรในการแก้ปัญหาจึงขึ้นอยู่กับความรู้ความชำนาญของแต่ละบุคคลด้วย

6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Monitoring Problem Solving) การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้รู้แน่ชัดว่าขั้นตอนต่างๆ ดำเนินไปอย่างถูกต้องและนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการหรือไม่ เพราะหากพบว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นแล้ว การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาก็จะช่วยให้เราสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที

7. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation Problem Solving) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแก้ปัญหาสิ้นสุดลง ซึ่งเป็นการประเมินความสำเร็จ และทบทวนการทำงานในขั้นตอนต่างๆ บางครั้งการประเมินผลการแก้ปัญหานี้จะทำให้สามารถรู้ถึงกลยุทธ์ใหม่ที่จะนำไปปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เลอบลานซ์ (Leblance, 1977:17-20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือข้อมูล หรือเงื่อนไขที่ให้มา และปัญหานั้นถามอะไร

2. วางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็น

3. แก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ ถ้าแผนที่วางไว้ไม่นำไปสู่คำตอบก็ต้องย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อวางแผนใหม่

4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ

กิลฟอร์ด (Guildford,1971:130) ได้กำหนดลำดับการแก้ปัญหาว่าควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ คือ การกำหนดปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาและแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหาและได้ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้าย
4. ขั้นตรวจสอบผล คือ การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ก็ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
5. ขั้นประยุกต์ คือ การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ไปใช้ในโอกาสอื่นเมื่อพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาล้ายกับปัญหาเดิม

รสอบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545:22) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล ว่าปัญหาลมอะไร กำหนดอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ทั้งที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้และข้อมูลที่เป็นผลตามมาจากสิ่งที่กำหนดให้ หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ความคิดรวบยอด มาประกอบกับข้อมูลและเสนอออกมาในรูปวิธีการ
3. ขั้นคำนวณคำตอบที่ถูกต้อง ตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคำนวณที่เหมาะสม ตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาต้องกลับไปวางแผนใหม่

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น จะเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนที่คล้ายกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ เริ่มต้นจากการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบและวิธีการของการแก้ปัญหา

3.4 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการทำความเข้าใจปัญหา จะต้องสนใจข้อมูลที่มีความสำคัญที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวแทนของปัญหา กรณีที่ปัญหานั้นเป็นนามธรรมเป็นการยากที่จะจำข้อมูล และนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา จึงจำเป็นต้องหาวิธีสร้างตัวแทนของปัญหาจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม และสิ่งนั้นจะต้องแสดงถึงข้อมูลที่สำคัญของปัญหา ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้เสนอกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แมทลิน (Matlin, 1983:225-229) ได้เสนอกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 วิธีคือ

1. การใช้สัญลักษณ์ (Symbol) ถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการสร้างตัวแทนของปัญหาที่เป็นนามธรรมที่ไม่ซับซ้อน
2. การเขียนรายการ (List) สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้เป็นสัญลักษณ์ได้ก็สามารถใช้การเขียนรายการแทน โดยเขียนเฉพาะข้อมูลที่สำคัญของปัญหา ซึ่งสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น
3. การใช้ตารางสัมพันธ์ (Matrices) เป็นตารางชี้ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของข้อมูลของปัญหา ใช้ได้ดีกับปัญหาที่มีความซับซ้อน
4. การใช้กราฟ (Graphs) มีประโยชน์สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์หรือการเขียนรายการ หรือการใช้ตารางสัมพันธ์ในการสร้างตัวแทนปัญหา โดยที่การใช้กราฟยังสามารถแสดงถึงการเคลื่อนไหวของสิ่งต่างๆ ได้ด้วย
5. การเขียนภาพ (Figure) เป็นการเขียนภาพประกอบ เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา การเขียนภาพจากการใช้จินตนาการ ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้กับข้อมูลที่ไม่มีกฎเกณฑ์ และช่วยจัดรูปแบบต่างๆ ในการหาสิ่งที่เป็นตัวแทนของปัญหา นอกจากนี้อาจเขียนภาพเป็นแผนภูมิหรือโครงสร้างแทนความเข้าใจ

ซึ่งในการสร้างตัวแทนของปัญหานั้นไม่อาจกล่าวได้ว่าวิธีใดดีที่สุดเพราะบางวิธีไม่สามารถใช้กับบางปัญหาและบางปัญหาอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537:21-71) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. กลยุทธ์เดาและตรวจสอบคำตอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนดแล้วคาดเดาคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานของเหตุผล จากการคาดเดาครั้งแรกๆ

2. กลยุทธ์การวาดภาพ เป็นการแสดงสภาพการณ์ ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ออกมาเป็นภาพ เพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหา มีความเข้าใจปัญหาแจ่มชัดขึ้น ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ ของข้อมูลต่างๆ และสามารถกำหนดแนวในการแก้ปัญหาได้รวดเร็วขึ้น

3. กลยุทธ์การสร้างตาราง เป็นการแจกแจงกรณีต่างๆ ที่เป็นไปได้ของสภาพการณ์ ที่ปัญหากำหนด โดยนำมาเขียนในรูปของตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูล ทำให้มองเห็น ความสัมพันธ์ของข้อมูลชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

4. กลยุทธ์ใช้ตัวแปร แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า ซึ่งจะ เป็น โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับจำนวนหรือปริมาณ โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีตัวแปรปรากฏอยู่ แล้วศึกษาหา คำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์นั้น

5. กลยุทธ์ค้นหารูปแบบ เป็นการศึกษาข้อมูลที่มีอยู่ แล้ววิเคราะห์ค้นหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้นแล้วคาดเดาคำตอบ และสรุปเป็นรูปแบบหรือกฎเกณฑ์ของ ข้อมูลเหล่านั้น ทำให้ได้คำตอบที่โจทย์ต้องการ

6. กลยุทธ์แบ่งกรณี เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณี ทำให้แต่ละ กรณีมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อหาคำตอบของทุกกรณีได้แล้วนำมาพิจารณาหาคำตอบของทุกกรณี ร่วมกัน จะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา

7. กลยุทธ์การใช้เหตุผล เป็นการ ใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ เป็นเหตุบังคับให้เกิดผล ซึ่งต้องผสมผสานกับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ผู้แก้ปัญหามีอยู่เพื่อให้ได้คำตอบที่ ต้องการ

8. กลยุทธ์สร้างปัญหาขึ้นใหม่ เป็นการสร้างปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหา เดิม แต่มีความยุ่งยากน้อยกว่า ตลอดจนแบ่งปัญหาเดิมออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่สัมพันธ์กับปัญหา เดิม จะทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาเดิม

9. กลยุทธ์สร้างแบบจำลอง เป็นการทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น เป็นการสื่อ ที่เป็นรูปธรรมมาแสดงสถานการณ์ปัญหา และรวมไปถึงใช้สื่อในการแก้ปัญหา

10. กลยุทธ์ทำย้อนกลับ ปัญหาบางชนิดสามารถแก้ไขได้ง่ายกว่าถ้าเริ่มต้น แก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายแล้วมองย้อนกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลยุทธ์ ของย้อนกลับใช้กระบวนการการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหา เส้นใยเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่กำหนด

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปกลยุทธ์ที่ใช้ในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้ กลยุทธ์การเดาและตรวจสอบ กลยุทธ์การใช้สัญลักษณ์ กลยุทธ์การสร้าง แผนภาพ กลยุทธ์การใช้ตัวแปร และกลยุทธ์การทำย้อนกลับ

3.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการวัดผลทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำข้อสอบอัตนัย การตรวจคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าคำตอบถูกต้องจะให้คะแนนเต็ม แต่ถ้าไม่ถูกต้องจะให้ 0 คะแนน แม้ว่าวิธีทำจะมีส่วนถูกต้อง มีผลทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ไม่ดี หรือมีทัศนคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นการให้คะแนนตามความสามารถของนักเรียนทุกขั้นตอน โดยเฉพาะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องให้นักเรียนแสดงขั้นตอนของการคิดคำนวณ ตั้งแต่เริ่มจนถึงขั้นแก้ปัญหาสำเร็จ จะต้องให้คะแนนทุกขั้นตอน การที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้แม้จะได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง 100% ย่อมสมควรได้คะแนนตามความถูกต้องลดหลั่นกันตามความเหมาะสม ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้เสนอการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546, 123) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 104-106) เสนอแนวคิดว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นข้อมูลที่ครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ใช้ประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนได้โดยตรง และนักเรียนยังใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองพร้อมทั้งจัดเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานได้อีกด้วย การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึง ความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ ในการประเมินผลตามรายการประเมินดังกล่าวข้างต้น ครูจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับนักเรียน แต่ครูควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับไปยังขั้นตอนไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผล การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่ คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจ เขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่อย่างถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 22-25) ได้รวบรวมแนวทางการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบดังนี้
แบบที่ 1 การให้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Szetele)

ซีเทล (Szetele) เสนอการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ครูควรประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์คะแนนง่าย ๆ ดังนี้

ให้ 0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงว่าคิดแก้ปัญหาได้เลย กระจายคำตอบอาจจะว่างเปล่า ไม่มีการตอบคำถาม หรือแสดงวิธีแก้ปัญหาเอาไว้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเด็กได้พยายามตอบคำถาม แต่คำถามที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือตอบไม่ตรงคำถาม

ให้ 2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบคำถามได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีทำที่ยังมีความสับสนอยู่

ให้ 3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผลพอสมควรการอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ ขาดความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ หรือมีข้อผิดพลาดคบบกพร่องบ้าง

ให้ 4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุผลและอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares)

ชาร์ลส์ (Chares) ได้เสนอเกณฑ์ให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่าการให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งให้คะแนนออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด

ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจตัวปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง ไม่ได้มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกต้องอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วนมากำหนดเป็นขั้นตอน เพื่อใช้วิธีแก้ปัญหาได้

ให้ 2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ผิด ๆ หลงทางเนื่องจากการวางแผนที่ผิดพลาดตั้งแต่แรก

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอกใจหยาบผิด คำถามผิดทำให้ได้คำตอบผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าคำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ (Charies, Lester and O'Deffer)

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยได้กำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากน้อยต่าง ๆ กัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

คะแนนที่ให้	ลักษณะของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ
ให้ 0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้เลย แม้จะมีรอยขีดเขียนอยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือดูทางว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
ให้ 1 คะแนน	ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาโจทย์ได้อย่างถูกต้อง ได้แสดงการคิดคำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถทำงานสำเร็จได้
ให้ 2 คะแนน	มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผลแต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ
ให้ 3 คะแนน	สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่าง ๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมดแต่คำตอบสุดท้ายผิดพลาด
ให้ 4 คะแนน	มีความถูกต้องทั้งวิธีทำ และรายละเอียดของการคิดคำนวณ

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น จะพบว่าหากครูนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะมีมาตรฐานในการให้คะแนนมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นและนักเรียนก็จะได้รับความเป็นธรรมมากขึ้น

นุตริยา จิตดารมย์ (2548, 77-78) เสนอเสนอแนวทางในการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 สำหรับนักเรียนที่แก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การแก้สมการ และแบบที่ 2 สำหรับนักเรียนที่ใช้การแก้สมการในการหาคำตอบ แบบทดสอบมีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบที่ 1

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยโจทย์ปัญหา และคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนมี 3 ลักษณะ คือ

ให้ 0 คะแนน ในกรณีไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบผิดหมดในขั้นตอนนั้น

ให้ 1 คะแนน ในกรณีที่ตอบคำถามได้บ้างหรือตอบได้ครึ่งหนึ่งของตอนนั้น

ให้ 2 คะแนน ในกรณีตอบถูกหมด

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยการแสดงวิธีทำเพื่อคิดหาคำตอบซึ่งจะมีวิธีการในการหาคำตอบได้หลายวิธี มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนมี 3 ลักษณะ คือ

ให้ 0 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำผิดหรือไม่ตอบเลย

ให้ 3 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วนไม่ว่าจะทำวิธีใดก็ตาม

ให้ 6 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำถูกต้องครบถ้วนอย่างน้อย 1 วิธี หรืออาจจะทำวิธีอื่นและทำได้ถูกต้อง

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยการสรุปคำตอบมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

ให้ 0 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบเลย

ให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วน

แบบที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การแก้สมการในการหาคำตอบ เป็นดังนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยโจทย์ปัญหา และคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นดังนี้

ให้ 0 คะแนน ในกรณีไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบผิดหมดในขั้นตอนนั้น

ให้ 1 คะแนน ในกรณีที่ตอบคำถามได้บ้างหรือตอบได้ครึ่งหนึ่งของตอนนั้น

ให้ 2 คะแนน ในกรณีตอบถูกหมด

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยการแสดงวิธีทำเพื่อคิดหาคำตอบซึ่งใช้การแก้สมการในการหาคำตอบ มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

ให้ 1 คะแนน ถ้ากำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ให้หาได้

ให้ 2 คะแนน ถ้าสร้างสมการหรือประโยคที่เขียนแสดงความเท่ากันได้

ให้ 3 คะแนน ถ้าแสดงวิธีการแก้สมการถูกต้องบางส่วน

ให้ 6 คะแนน ถ้าแสดงวิธีการแก้สมการถูกต้องครบถ้วน

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยการสรุปคำตอบมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

ให้ 0 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบเลย

ให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วน

จากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น สามารถวัดความสามารถได้ 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ด้านที่ 2 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และด้านที่ 3 การสรุปคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน โดยพัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares, 1978 อ้างถึงในสมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2547: 22-25)

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาจากภาษาอังกฤษว่า (critical thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความหรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนเพื่อประกอบการตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964:10) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณญาณว่า เป็นการคิดประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะ ในเรื่องต่าง ๆ โดยมีทัศนคติในการสืบเสาะความรู้ในการหาแหล่งอ้างอิงและทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติ

กูค (Good, 1973:680) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

เอนนิส (Ennis, 1985:45-48) ได้อธิบายความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดวิจารณญาณในลักษณะการคิดหาเหตุผลไตร่ตรองอย่างมีสติ มีเหตุผล และเน้นการตัดสินใจว่าจะอะไรควรเชื่อ ควรปฏิบัติโดยเน้นประเด็นสำคัญ 4 ประการ คือ เป็นการคิดที่ใช้เหตุผล

เป็นการคิดที่มีการไตร่ตรองตรวจสอบเหตุผลทั้งของตนเองและผู้อื่น เป็นการคิดที่เน้นสติสัมปชัญญะ และเป็นการคิดที่เน้นการตัดสินใจว่าจะไรควรเชื่อควรปฏิบัติ

เบนแมน (1988, p.5) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการทดสอบอย่างมีเหตุผลในด้านแนวคิด การสรุปความ การตั้งสมมติฐาน ข้อโต้แย้ง การลงสรุป การตัดสินใจ และการคิดอย่างมีเหตุผลในประเด็นที่ยังสรุปไม่ได้

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537:14) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับ ข้อมูล หรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

มลิวลัย สมศักดิ์ (2540:11) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการคิดอย่างไตร่ตรองรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

อรพรรณ พรสีมา (2543: 6) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการใช้สติปัญญาในการพินิจพิจารณาไตร่ตรองอย่างสุขุม รอบคอบ มีเหตุผล มีการประเมินสถานการณ์ เชื่อมโยงเหตุการณ์ มีการตีความสรุปความ โดยอาศัยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียดถูกต้อง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและข้อตัดสินใจที่สมเหตุสมผล

ทีศนา แคมมณีและคณะ (2544:79) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นความคิดที่บุคคลคิดขึ้นด้วยตนเอง และมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับเรื่องที่คิด สมบูรณ์ของการคิด และหากการคิดนั้น ๆ มีการนำความคิดของผู้อื่นหรือกลุ่มอื่นที่ต่าง ๆ กันมาพิจารณาร่วมกันแล้วจะเรียกการคิดนั้นว่า เป็นการคิดอย่างยุติธรรมหรืออย่างเป็นกลาง

อรปวีณ์ สุตะพาหะ (2546: 24) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงกระบวนการคิดที่ผ่านกระบวนการพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่คลุมเครือ หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยใช้ความรู้ ใช้ทักษะการคิดหลายทักษะ ลักษณะการคิดหลายลักษณะ และมีเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่เชื่อถือได้ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่

เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือก หรือสิ่งใดควรทำ

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความ ข้อมูลที่มีอยู่หรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4.2 องค์ประกอบของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นมี 7 ประการ คือ (center for critical thinking, 1966 อ้างถึงในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 185)

- (1) จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา หรือคิดเพื่อหาความรู้
- (2) ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ คือผู้คิดสามารถระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามที่ต้องการรู้คำตอบ
- (3) สารสนเทศ คือข้อมูล ข้อความรู้อย่างต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยึดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง
- (4) ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้องและมีความเพียงพอในการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
- (5) แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มี อารวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล แนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและต้องเป็นแนวคิดถูกต้องด้วย
- (6) ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสนใจในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจเพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล
- (7) การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ ต้องมีความคิดไกล มองถึงผลที่ตามมา รวมถึงการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 11) สรุปองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

- (1) จุดมุ่งหมาย
- (2) ประเด็นคำถาม
- (3) สารสนเทศ
- (4) ข้อมูลเชิงประจักษ์
- (5) แนวคิดอย่างมีเหตุผล
- (6) ข้อสันนิษฐาน
- (7) การนำไปใช้และผลที่ตามมา

จากข้อมูลองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า การคิดอย่างมี
 วิจารณญาณประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

- (1) เป้าหมายของการคิด
- (2) การวิเคราะห์ข้อมูล
- (3) การตัดสินใจในด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- (4) ผลที่ได้จากการคิด

4.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด
 นับตั้งแต่การกำหนดปัญหาจนถึงการประเมินสรุปและตัดสินใจ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยา
 ได้เสนอแนวคิดดังนี้

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964:10) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิด
 อย่างมีวิจารณญาณ ประกอบไปด้วยความสามารถย่อย ๆ ดังนี้

- (1) ความสามารถในการอนุมาน
- (2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
- (3) ความสามารถในการนิรนัย
- (4) ความสามารถในการตีความเพื่อลงข้อสรุป
- (5) ความสามารถในการประเมินข้อสรุป

เดนเซลและเมฮิว (Dressel and Mayhew, 1967:179-181) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ
 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ด้านการนิยามปัญหา หมายถึง ความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง
 วิเคราะห์ข้อความ หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน ภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. ด้านการรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา แสวงหาข้อมูลที่ต้องการและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านการจัดระบบข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีต่าง ๆ และตัดสินใจความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อมูลได้

4. ด้านการเลือกสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการเลือกสมมติฐาน กำหนดสมมติฐาน จากความสัมพันธ์เชิงเหตุผล พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหาได้

5. ด้านการสรุป หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความคลุมเครือของข้อมูล การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยพิจารณาตัดสินใจสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล และประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

เอนนิส (Ennis :1985, pp.45-48) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. ทักษะการตัดสินใจข้อมูล ได้แก่ การตัดสินใจความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3. ทักษะการอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างและการตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540:38) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

ตัวป้อน	⇒	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	⇒	ผลผลิต
- สถานการณ์ที่เป็นปัญหา - ข้อโต้แย้ง - ข้อมูลที่คลุมเครือ		1. ความสามารถในการนิยามปัญหา 2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น 4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน 5. ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล		- การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547:14) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ ว่าประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การรู้จักและทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพิจารณา
 รวบรวมประเด็นปัญหา แยกแยะปัญหาและจัดลำดับปัญหาเพื่อกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือ
 ข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งการนิยามความหมายของคำหรือข้อความ สิ่งเร้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของการ
 คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ คือปัญหานั้นเอง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 1.1. กำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน
- 1.2. สรุปความคิดหลักของข้อความ
- 1.3. ทำความเข้าใจความหมายของคำหรือข้อความ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึงการแสวงหาลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อ
 โต้แย้งจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการเลือกข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ ดังนั้น
 วิธีการรวบรวมข้อมูลที่ทำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ได้แก่ การสังเกต ทั้งการสังเกต
 ด้วยตนเอง และการรวบรวมข้อมูลจากการรายงานผลการสังเกตของผู้อื่น ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม
 ดังนี้

- 2.1. สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย
- 2.2. เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
- 2.3. แสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจน
- 2.4. แสวงหาความรู้ที่ทันสมัย

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
 ความเพียงพอของข้อมูล การจัดระบบของข้อมูล ขณะเดียวกันก็ต้องประเมินความถูกต้อง และ
 ความเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมได้ว่าจะนำไปสู่การอ้างอิงได้หรือไม่ โดยแยกแยะความแตกต่าง
 ของข้อมูล คือ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 กับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มและจัดลำดับ
 ความสำคัญของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมุติฐาน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 3.1. วิจัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- 3.2. ประเมินความถูกต้องของข้อมูล
- 3.3. พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล
- 3.4. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลที่ต้องยอมรับ
- 3.5. จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ
- 3.6. จำแนกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

- 3.7. จำแนกข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น
 - 3.8. พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงและโฆษณาชวนเชื่อ
 - 3.9. พิจารณาและตัดสินความขัดแย้งของข้อมูล
 - 3.10. เสนอข้อมูลด้วยการพูด การเขียน และการแสดงความคิดเห็น
4. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางสรุปอ้างอิงปัญหาข้อโต้แย้ง โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้ว มาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อสรุปแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้
- 4.1. เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูล
 - 4.2. พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา
5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ในการตัดสินสรุป ซึ่งคุณลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมาน และอนุมาน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้
- 5.1. ตัดสินใจสรุปปัญหาหรือข้อโต้แย้งเมื่อมีเหตุผลเพียงพอ
 - 5.2. สรุปปัญหาหรือข้อโต้แย้งจากข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล
 - 5.3. อธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปัญหา หรือข้อโต้แย้งและสรุปเป็นกฎเกณฑ์
6. การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลตามหลักตรรกศาสตร์ โดยประเมินว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรถ้าข้อมูลที่ได้รับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้
- 6.1. ยืนยันการสรุป ถ้ามีเหตุผลหรือหลักฐานเพียงพอ
 - 6.2. พิจารณาเพิ่มเติมข้อมูลหรือเหตุผลใหม่ ถ้าการสรุปเดิมไม่มีเหตุผล
 - 6.3. พิจารณาและตัดสินการนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้
- ทิสนา แคมมณี (2548, หน้า 305) ได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้
1. ตั้งเป้าหมายในการคิด
 2. ระบุประเด็นในการคิด
 3. ประมวลข้อมูล ทั้งทางด้านข้อเท็จจริง และความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึก และไกล
 4. วิเคราะห์จำแนกแยกแยะข้อมูล จัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้

5. ประเมินข้อสรุปที่จะในแง่ความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือ
6. ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือก/คำตอบที่สมเหตุสมผลตามข้อมูลที่มี
7. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมา และคุณค่าหรือความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น
8. ชั่งน้ำหนัก ผลได้ ผลเสีย คุณ-โทษ ในระยะสั้นและระยะยาว
9. ไตร่ตรอง ทบทวนกลับไปมาให้รอบคอบ
10. ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

จากแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวมา สรุปได้ว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิด โดยประกอบด้วยการระบุปัญหาหรือการทำความเข้าใจปัญหา การศึกษาข้อมูลอย่างรอบคอบ และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อมูลกับปัญหา เพื่อนำไปตัดสินใจสรุปแก้ไข้ปัญหา

4.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและสร้างแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew, 1957: 179-181) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่า ควรวัดความสามารถด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการบอกข้อความหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหา แล้วบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาและเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะข้อความใดเป็นข้อความเบื้องต้น และข้อความใดไม่ใช่ข้อความเบื้องต้นของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้ว
4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนดหรือเลือกสมมติฐานจากข้อความหรือสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหา ในข้อความหรือสถานการณ์นั้นๆ

5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและการตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:10-15) กล่าวไว้โดยสรุปว่า ได้สร้างแบบสอบ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal โดยใช้กับนักเรียนเกรด 9 ถึงระดับวัยผู้ใหญ่ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบคู่ขนาน คือ ฟอรัมเอและบี แต่ละฟอรัมประกอบด้วย 5 แบบทดสอบย่อย ข้อสอบรวม 80 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งวัดความสามารถย่อย 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการอนุมาน (Inferences) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุปต่างๆ ว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption) เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณาว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนก ว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ และข้อสรุปใดไม่เป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความเพื่อลงข้อสรุป (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการตกลงใจหรือตัดสินใจตอบคำถามหรือสรุปผลได้สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

5. ความสามารถในการประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่เชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนด

เอนนิสและมิลแมน (Ennis and Millman, 1985) ได้สร้างแบบสอบ Cornell Critical Thinking Test 2 ฉบับ โดยวัดกับบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

1. แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X เป็นแบบสอบที่ใช้กับนักเรียนเกรด 4 – 14 ลักษณะของแบบสอบมีจำนวน 71 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบสอบปรนัยชนิด 3 ตัวเลือก แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of source and observation) การอุปนัย (Induction) การนิรนัย (Deduction) และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification)

2. แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level L เป็นแบบสอบที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปริญญาโท นักศึกษาระดับวิทยาลัยและวัยผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบสอบมีจำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบสอบปรนัย 3 ตัวเลือก แบ่งเป็น 7 ตอน ได้แก่ การ

อุปนิสัย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง การอ้างถึงเหตุผล ผิดหลักตรรก การให้คำจำกัดความและการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ชาลิณี เอี่ยมศรี(2536, หน้า 7-8)ได้สร้างแบบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที เป็นแบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X ลักษณะแบบสอบถามของ มีการวัดทั้งหมด 4 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการตั้งเกต (credibility of sources and observation) คือ ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือที่สุด

ด้านที่ 2 ความสามารถในการนิรนัย (deduction) คือ การให้นักเรียนคาดเดาถึงสิ่งที่จะเกิดตามมา

ด้านที่ 3 ความสามารถในการอุปนัย (inductive inference) คือ การให้นักเรียนพิจารณาตัดสินว่าข้อเท็จจริงนั้นสนับสนุนสมมุติฐานหรือไม่

ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (assumption identification) คือ การให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่เป็นการสรุปขึ้นเองโดยไม่มีข้อมูลอ้างอิง

ลำไย สนั่นรัมย์ (2542) เป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ทั่วไป ซึ่งใช้ในการวิจัยเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่รูปแบบการตอบต่างกัน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า แบบสอบวัดแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ดังนี้ 1) กลุ่มเป้าหมายผู้ที่ต้องการวัด 2) ความสามารถและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต้องการวัด

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจสร้างแบบวัดองค์ประกอบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:11) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

การอนุมาน เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปต่างๆ ว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการอนุมานจากข้อมูลที่กำหนดให้

การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

การนิรนัย เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

การตีความเพื่อลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการตกลงใจหรือตัดสินใจตอบคำถามหรือสรุปผลได้สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

การประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่เชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

แบ่งเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 2 องค์กรประกอบ คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น และการนิรนัย องค์กรประกอบละ 5 ข้อ รวม 10 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบเติมคำตอบ ประกอบด้วย 3 องค์กรประกอบ คือ การอนุมาน การตีความเพื่อลงข้อสรุป และการประเมินข้อสรุป องค์กรประกอบละ 5 ข้อ รวม 15 ข้อ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพบว่ามีผลงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศหลายเรื่อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนารูปแบบการวิจัยให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

คลาร์คสัน (Clarkson, 1979:4104 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแปลความหมาย โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการทดสอบความสามารถในการแปล โจทย์ปัญหา 3 แบบ คือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ พบว่าการแปลความหมาย โจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และนักเรียนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกัน จะมีความสามารถ ในการแก้ปัญหาต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เทากอ (Tougaw , 1994 : 2934 – A) ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิด (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและไม่มี ความแตกต่างระหว่างเพศในพฤติกรรมการแก้ปัญหา

แจ็กสัน (Jackson, 2000: i) ได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอนเหนือของรัฐอิลลินอยส์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่การคิดวิเคราะห์

สังเคราะห์และประเมินค่า โดยใช้เทคนิคการคิดที่หลากหลายและสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองมากขึ้น และมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิลเลียม (William:1981, pp.1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้เดิม กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

กีฟฟิท (Griffitts:1987, pp.1120-A) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดลองสอนด้วยวิธีวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติเป็นหลัก และแบบเน้นตำราแล้วนำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการสอนทั้งสองแบบ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยเน้นตำรา

แลมกิน (Lumpkin:1991, Abstract) ได้ศึกษาแผนการสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นวิธีการสอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนเกรด 6 ในกลุ่มทดลองซึ่งสอนด้วยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โอเวอร์ตัน (Overton:1993, Abstract) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับ 2,4 และ 6 ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนในระดับ 2 แต่พบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนในระดับ 4 ในด้านความสามารถทางการคิด การติดต่อสื่อสาร การคาดคะเน และความรู้ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และภาษา และพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนในระดับ 6 ในด้านความสามารถทางการคิด การตัดสินใจและการวางแผน

เลวิส (Lewis:1998, Abstract) ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วิธีสอนแบบผสมผสานการใช้เกมสถานการณ์จำลองและเทคโนโลยี ในวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนเกรด 4 งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่ผสมผสานการใช้สถานการณ์จำลองกับซอฟต์แวร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการคิดวิเคราะห์ การประเมินค่าและการสังเคราะห์ สำหรับวิชาสังคมศึกษา ใช้วิธีการ K-W-L (know, want to know, and learned) โปรแกรมซอฟต์แวร์ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้มีการแบ่งชั้นเรียนที่ได้รับการทดลองสอนออกเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็ก โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก ผลการศึกษาพบว่า วิธีสอนโดยใช้เกมสถานการณ์จำลองกับซอฟต์แวร์ได้เพิ่มทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของมหาวิทยาลัยคอร์เนล

ชีเพอร์ (Shepherd:1998, pp.779-A) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแคมเบลล์และสแตนลีย์ แก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต แล้ววัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test (CCTT) ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม และจากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนชอบการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาแบบใหม่ มากกว่าการเรียนการสอนแบบเก่า รวมทั้งเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีทัศนคติในการคิดที่ดีต่อการแก้ปัญหา

คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al.1989: 499-531) ที่ศึกษาผลการใช้แนวการสอนแบบ CGI กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน จาก 24 โรงเรียน โดยสุ่มครู 20 คนใช้การสอนแบบ CGI และครูอีก 20 คนที่เหลือใช้การสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI มีคะแนนความสามารถทางการบวกและการลบ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI เท่ากับ 8.6 คะแนนส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 7.8 คะแนน 2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของแบบทดสอบ ITBS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI เท่ากับ 5.61 คะแนนส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 5.38 คะแนน

วิลเลซซีเนอร์และ เคปเนอร์ (Villasenor & Kepner.1993: 62-69) ได้ทำการสำรวจการใช้แนวการสอนแบบ CGI ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในแถบตะวันตกตอนกลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 144 คนในชั้นเรียน CGI และนักเรียนอีก 144 คนจากชั้นเรียนปกติเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินนักเรียน คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเลขคณิต จากนั้นทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อประเมิน ขั้นตอนและยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาทั้งปัญหาประเภทที่เป็นตัวเลขและเป็น โจทย์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็น โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็น โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นตัวเลขสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

สุพัตรา ผาติวิสันต์ (2534:70 -72) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 378 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถทางการคำนวณและแบบสำรวจแบบการเรียนที่ดัดแปลงจากแบบสำรวจของคอล์บ (Kolb) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีแบบการเรียนแบบคิโดเนกนัย แบบคูดซิม แบบเอกนัยและแบบปรับปรุง มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นวลจันทร์ ผมออุทา (2545:58 -59) ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 82 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 42 คน ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน

โดยใช้รูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุศรียา จิตดารมย์ (2548: 93-94) ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาสารจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 86 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพะเยา เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนทรีย์ สมมะโน (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 78 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนกลุ่มละ 39 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

สมัต อาบสุวรรณ (2539, บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้

กระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วม โปรแกรม และสูงกว่าเกณฑ์การประเมินหลังเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง (2539, บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิเวศศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิเวศศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิต นวนแก้ว (2543, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การคิดขั้นสูงประกอบด้วยความคิด 5 ประเภท คือ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ การคิดประเมินผล การคิดตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหา ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 18 สัปดาห์ โดยแบ่งการวิจัยออกเป็นสองช่วง คือ ช่วงที่ 1 เป็นการศึกษากระบวนการในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงที่ 2 นำกระบวนการที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากช่วงที่ 1 ไปใช้จริง ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอนกระบวนการใช้ควบคู่ไปกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรอีกครั้งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 60 คน โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิเป็นกลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลอง 30 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (2) แบบทดสอบวัดความสามารถคิดสร้างสรรค์ด้านภาษา (3) แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดสร้างสรรค์ด้านรูปภาพ (4) แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดวิจารณ์ (5) แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดประเมินผล (6) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการตัดสินใจ (7) แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดแก้ปัญหา (8) แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดขั้นสูง (9) แบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญา (GALT) ผลการวิจัยพบว่า

(1) นักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลการทดสอบความสามารถด้านการคิดขั้นสูงโดยรวม และของการคิดแต่ละประเภททั้ง 5 ประเภท คือ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ การคิดประเมินผล การคิดตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังการทดลองมีระดับสูงขึ้น

(2) นักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง กลุ่มต่ำ มีผลการทดสอบความสามารถด้านการคิดขั้นสูง โดยรวมไม่แตกต่างกัน

(3) นักเรียนกลุ่มผู้ควบคุมที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง กลุ่มต่ำ มีการทดสอบความสามารถด้านการคิดสูงในแต่ละประเภทของการคิดไม่แตกต่างกัน

(4) นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ มีผลทดสอบความสามารถการคิดขั้นสูงด้านการคิดประเมินผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตามความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ การคิด วิเคราะห์ การตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

(5) นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีผลการทดสอบความสามารถด้านการคิดขั้นสูงโดยรวมและในแต่ละประเภทของการคิดทั้ง 5 ประเภท คือ การคิดสร้างสรรค์ การคิด วิเคราะห์ การตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหา หลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนันทา สายวงศ์ (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา ด้วยการสอนด้วยเทคนิคการคิดแบบหมวดหกใบและการสอนแบบซินดิเคท กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิสุทธิศ เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 35 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนโดยเทคนิคแบบหมวดหกใบ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบซินดิเคท ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอนกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาเดียวกัน ผลการทดลองสรุปว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรุณี ไทยบัณฑิตย์ (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ กลุ่มละ 30 คน ใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามโปรแกรมปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลวิจัยพบว่า

(1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างได้รับการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิดา ชีรานันท์ (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องสารสนเทศเศรษฐกิจไทยในแง่ภูมิศาสตร์ กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 80 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการเรียนรู้อิงกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ที่สอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม แผนการเรียนรู้อิงแบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณญาณ ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 การคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัสมมา สิทธิกุล (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการฝึกคิดแบบหวมกหกไบ ที่มีต่อการคิดวิจารณญาณ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุเหร่าบ้านดอน เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการคิดวิจารณญาณน้อย จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบ กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจารณญาณ ผลการศึกษาปรากฏว่า

(1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีการคิดวิจารณญาณมากขึ้น หลังจากได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีการคิดวิจารณญาณมากขึ้น หลังจากได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบมีการคิดวิจารณญาณมากขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดแบบหวมกหกไบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แม่งน้อย ประชานุกูล (2548, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการทำงานกลุ่ม ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสน และวัฒนธรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอน โดยการบูรณาการแบบร่วมแรงผสมผสานใจกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียน ขอแซฟอุปถัมภ์ จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนโดยการบูรณาการแบบร่วมแรงผสมผสานใจ แผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบประเมินทักษะการทำงานกลุ่มประเมินโดยครู แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน แบบสังเกตทักษะการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยการบูรณาการแบบร่วมแรงผสมผสานใจมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักเรียนที่สอนโดยการบูรณาการแบบร่วมแรงผสมผสานใจมีทักษะการทำงานกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสามารถใช้วิธีการได้หลายวิธี เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SCSS การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากประสบการณ์ การสอนแบบสืบสอบ การจัดกิจกรรมตามแนวคิดการสอนแนะให้คิด เป็นต้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
5. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร บทความ และงานวิจัยทั้งภาษาไทย และภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับแนวคิด DAPIC แนวคิด CGI การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	X	- ความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
C	- ความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	~X	- ความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI
~X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร) จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 17 ห้องเรียน โดยทางโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนโดยการละความสามารถกันคือ มีนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนดี ปานกลาง และต่ำ อยู่รวมในห้องเรียนเดียวกัน มีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนทั้ง 17 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. เลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุด จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งคือ นักเรียนห้อง ม. 3/5 จำนวน 55 คน และ ม.3/7 จำนวน 56 คน

3. จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนทั้งสองห้องเรียน มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) จากผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่า ทั้งสองห้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงถือว่านักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยทำการสุ่มโดยการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนห้อง ม. 3/5 จำนวน 55 คนเป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม. 3/7 จำนวน 56 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งดำเนินการสอนดังนี้

กลุ่มทดลองคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI

กลุ่มควบคุมคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมตามแนวคิด DAPIC และ CGI สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม จำนวน 10 แผน เพื่อใช้ในการสอน 14 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด DAPIC และ CGI จากเอกสารตำราต่างๆ โดยในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผู้วิจัยทำการสอนที่มีเนื้อหาเหมือนกัน แต่กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างกัน โดยกลุ่มทดลองสอน โดยการใช้การจัดกิจกรรมตามแนวคิด DAPIC และ CGI ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นทบทวนความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

2. ขั้นการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครูสอนตามแนวคิดของ DAPIC และ CGI โดยดำเนินการตามขั้นดังนี้

1 Define ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และใช้คำถามแนะนำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนในปัญหาที่จะแก้ ให้กำหนดหรือระบุสิ่งที่ต้องการและอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจน

2 Assess ครูแนะนำให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมโดยใช้คำถามเพื่อตั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและครูแนะนำให้นักเรียนเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

3 Plan ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งครูถามนักเรียนถึงวิธีการแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลต่อเพื่อนในชั้น โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดออกมา และให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาของตนเอง

4 Implement นำวิธีการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนวางแผนไว้ไปแก้ปัญหา และปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินการให้ดีขึ้น

5 Communication ครูให้นักเรียนนำผลการดำเนินการมาวิเคราะห์ และร่วมกันอภิปรายสรุปกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามนำในการอภิปราย

กระบวนการทั้ง 5 ขั้นเป็นการสอนในการแก้ปัญหาหรือเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหา โดยเป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาในแต่ละปัญหาซึ่งอาจจะดำเนินการตามขั้นตอนหรือข้ามขั้นตอนได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา

3. ขั้นอภิปรายและสรุปผล เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

กลุ่มควบคุมซึ่งสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปรกติ ตามคู่มือการจัดกิจกรรมรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีรายละเอียดแสดงขั้นตอนการสอนดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

<p>กลุ่มทดลอง (การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)</p>	<p>กลุ่มควบคุม (การจัดการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูและนักเรียน ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอนหรือกล่าวถึงสถานการณ์ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>2. ขั้นการเรียนรู้ ครูดำเนินการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาหรือโมทัศน์ของบทเรียนพร้อมยกตัวอย่างหรือปัญหาตัวอย่าง</p> <p>2.1 Define เป็นขั้นของการทำความเข้าใจปัญหา โดยกำหนดหรือระบุสิ่งที่ต้องการให้ชัดเจน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา - ครูใช้คำถามเนะบนพื้นฐานความเข้าใจเพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหา - นักเรียนกำหนดหรือระบุสิ่งที่ต้องการ - ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด <p>2.2 Assess เป็นขั้นนำความรู้เดิม เชื่อมโยงความรู้ที่มี หรือสร้างความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูแนะนำให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงความรู้เดิม - ครูใช้คำถามเพื่อตั้งประสบการณ์เดิมของนักเรียนและข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา 	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูและนักเรียน ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอนหรือกล่าวถึงสถานการณ์ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>2. ขั้นการเรียนรู้ ครูดำเนินการการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำในคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง - ครูให้มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อให้นักเรียนหาข้อสรุปร่วมกัน ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติม หรือให้นักเรียนยกสถานการณ์แล้วอภิปรายร่วมกัน - ครูใช้การสาธิตหรือการถามตอบประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้ - ครูเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนกับสิ่งที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตจริง - ครูใช้การถามนำเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียน จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้น โดยครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>- ครูให้นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้</p> <p>2.3 Plan เป็นขั้นการหาวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>- ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดออกมา</p> <p>- ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ครูถามนักเรียนถึงวิธีการแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลต่อเพื่อนในชั้น</p> <p>- นักเรียนวางแผนดำเนินการแก้ปัญหของตนเอง</p> <p>- ครูให้นักเรียนอธิบายแผนการดำเนินการแก้ปัญหของตนเอง</p> <p>2.4 Implement เป็นขั้นการดำเนินการตามแผนการดำเนินการแก้ปัญหของนักเรียน</p> <p>- ครูให้นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหที่นักเรียนวางแผนไว้ไปทำการแก้ปัญหและสามารถปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินการให้ดีขึ้น</p> <p>2.5 Communication เป็นขั้นการวิเคราะห์ผลและอภิปรายสรุป</p> <p>- ครูให้นักเรียนนำผลการดำเนินการมาวิเคราะห์</p> <p>- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปกับเพื่อนในชั้นเรียน</p> <p>- ครูใช้คำถามนำในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกัน</p>	<p>- ครูให้นักเรียนที่มีวิธีหาคำตอบที่ต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอเพื่อแสดงวิธีของตนเอง</p> <p>หมายเหตุ การดำเนินกิจกรรมในแต่ละข้ออาจแตกต่างกันตามความเหมาะสมของแต่ละเนื้อหา</p> <p>3. ขั้นอภิปรายสรุปผล ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเพื่อหาข้อสรุปจากความรู้ที่ได้</p> <p>- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเสริมทักษะ</p>

กลุ่มทดลอง (การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)	กลุ่มควบคุม (การจัดการเรียนรู้แบบปกติ)
3. ขึ้นอภิปรายสรุปผล ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายสรุปเพื่อหาข้อสรุปจากความรู้ที่ได้ <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนทำใบงาน - ให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน 	

2. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่อิงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รายละเอียดสาระการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลและแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยหัวข้อ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล โดยในแต่ละชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยผู้วิจัยเป็นผู้อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้วางแผนด้วยตนเองและอภิปรายร่วมกัน ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั่วโมงประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

<u>แผนการจัดกิจกรรมที่</u>	<u>ชั่วโมง</u>	<u>สาระการเรียนรู้</u>
1	1	ความน่าจะเป็น
2 - 4	2 - 5	การทดลองสุ่มและเหตุการณ์
5 - 8	6 - 10	ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์
9 - 10	11 - 14	ความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ

ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 10 แผน โดยใช้ในการทดลอง 14 ชั่วโมง

4. นำแผนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ผลการตรวจพิจารณาอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะว่าเนื้อหา ตัวอย่าง แบบฝึกหัด และใบงาน ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมควรเหมือนกัน เพื่อสามารถสรุปความแตกต่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

5. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดในการสร้างเครื่องมือมีดังต่อไปนี้

1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนที่สร้าง 8 ข้อ และนำไปใช้จำนวน 5 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ศึกษาเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้เรื่องความคล้าย จากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และตัวชี้วัด เรื่องความคล้าย ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับจำนวนชั่วโมง

1.1.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่สร้างขึ้น

1.1.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.6 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าควรปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจน

1.1.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 8 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จำนวน 30 คน

1.1.8 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 30 คน มาตรวจให้คะแนนโดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้
1	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ หรือสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่ครบถ้วน
0	กรณีไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้

ส่วนที่ 2 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้และดำเนินการแก้ปัญหานั้นได้ คำตอบที่ถูกต้อง
1	มีการวางแผนแต่ไม่มีการดำเนินการแก้ปัญหา หรือมีความพยายามการวางแผนและมีการดำเนินการแก้ปัญหา
0	กรณีไม่มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง และไม่ดำเนินการแก้ปัญหา

ส่วนที่ 3 การสรุปคำตอบ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	เขียนคำตอบถูกต้องและมีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ
1	เขียนคำตอบถูกต้องแต่ไม่ได้เขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ หรือ เขียนคำตอบไม่ถูกต้องแต่เขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบได้ถูกต้อง หรือ เขียนคำตอบถูกต้องและเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บางส่วน หรือ ไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบแต่ได้คำตอบถูกต้อง
0	คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง และ ไม่มีเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยง ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.892
ค่าความยาก	0.61 – 0.72
ค่าอำนาจจำแนก	0.28 – 0.44

1.1.9 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ที่อยู่ในเกณฑ์ในข้อ 1.8 จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วนำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมจำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.907
ค่าความยาก	0.58 – 0.68
ค่าอำนาจจำแนก	0.33 – 0.47

1.1.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนที่สร้าง 8 ข้อ และนำไปใช้จำนวน 5 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 ศึกษาเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในมาตรฐาน ค. 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดคะเนการณได้ อย่างสมเหตุสมผล เรื่องความน่าจะเป็น จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และตัวชี้วัด เรื่องความน่าจะเป็น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับจำนวน ชั่วโมง

1.2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่สร้างขึ้น

1.2.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.6 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าควรปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจน

1.2.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 8 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จำนวน 30 คน

1.2.8 ผู้วิจัยนำคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 30 คน มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้
1	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ หรือสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่ครบถ้วน
0	กรณีไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้

ส่วนที่ 2 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้และดำเนินการแก้ปัญหานี้ได้ คำตอบที่ถูกต้อง
1	มีการวางแผนแต่ไม่มีการดำเนินการแก้ปัญหา หรือมีความพยายามการวางแผนและมีการดำเนินการแก้ปัญหา
0	กรณีไม่มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง และไม่ดำเนินการแก้ปัญหา

ส่วนที่ 3 การสรุปคำตอบ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	เขียนคำตอบถูกต้องและมีการสรุปคำตอบ
1	เขียนคำตอบถูกต้องแต่ไม่ได้สรุปคำตอบ หรือไม่เขียนคำตอบแต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง หรือคำตอบถูกต้องและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บางส่วน หรือไม่มีการสรุปคำตอบแต่ได้คำตอบถูกต้อง หรือ
0	ไม่สรุปคำตอบ และไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.87
ค่าความยาก	0.44 – 0.81
ค่าอำนาจจำแนก	0.17 – 0.50

1.2.9 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ที่อยู่ในเกณฑ์ในข้อ 1.8 จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วนำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมจำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.85
ค่าความยาก	0.61 – 0.72
ค่าอำนาจจำแนก	0.33 – 0.50

1.2.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน เรื่องความคล้าย ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวนที่สร้าง 40 ข้อ และนำไปใช้จำนวน 25 ข้อ มีขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

2.1.1 ศึกษากรอบการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:11) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

การอนุมาน เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปต่างๆ ว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการอนุมานจากข้อมูลที่กำหนดให้

การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

การนิรนัย เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

การตีความเพื่อลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการตกลงใจหรือตัดสินใจตอบคำถามหรือสรุปผลได้สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

การประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่เชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.1.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 2 องค์กรประกอบ คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น และการนิรนัย องค์กรประกอบละ 8 ข้อ รวม 16 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบเติมคำตอบ ประกอบด้วย 3 องค์กรประกอบ คือ การอนุมาน การตีความเพื่อลงข้อสรุป และการประเมินข้อสรุป องค์กรประกอบละ 8 ข้อ รวม 24 ข้อ

2.1.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.1.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 องค์กรประกอบ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา แล้วนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีการปรับปรุง ดังนี้

2.1.4.1 ปรับปรุงความเหมาะสมของการใช้ภาษา เช่น

ข้อความ “รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันไม่จำเป็นต้องเท่ากัน
ทุกประการ”

แก้ไขเป็น “รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน อาจจะไม่เป็นรูปที่
เท่ากันทุกประการ”

ข้อความ “ณ เวลา 10.00 น. ดึกหลังหนึ่งสูง 7 เมตรและเงาทอด
ยาว 10 เมตร”

แก้ไขเป็น “ณ เวลา 10.00 น. สังกะสีเงาของดึกหลังหนึ่งที่สูง 7
เมตร ทอดยาวไปตามพื้น วัดความยาวของเงาของดึก
ได้ 10 เมตร”

2.1.4.2 เพิ่มข้อความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น

ข้อความ “กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม DEF”
เพิ่มเติมเป็น “กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม
DEF เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน”

2.1.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนคือถ้าตอบถูก กำหนดค่าคะแนนให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ กำหนดค่าคะแนนให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยใช้ สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.805
ค่าความยาก	0.10 – 0.90
ค่าอำนาจจำแนก	-0.72 – 0.90

2.1.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ที่อยู่ในเกณฑ์ในข้อ 2.1.5 จำนวน 25 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วนำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม จำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.822
ค่าความยาก	0.50 – 0.78
ค่าอำนาจจำแนก	0.34 – 0.89

2.1.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจำนวนที่สร้าง 40 ข้อ และนำไปใช้จำนวน 25 ข้อ มีขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

2.2.1 ศึกษากรอบการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:11) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

การอนุมาน เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปต่างๆ ว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการอนุมานจากข้อมูลที่กำหนดให้

การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

การนิรนัย เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

การตีความเพื่อลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการตกลงใจหรือตัดสินใจตอบคำถามหรือสรุปผลได้สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

การประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.2.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 40 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 2 องค์กรประกอบ คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น และการนิรนัย องค์กรประกอบละ 8 ข้อ รวม 16 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบเติมคำตอบ ประกอบด้วย 3 องค์กรประกอบ คือ การอนุมาน การตีความเพื่อลงข้อสรุป และการประเมินข้อสรุป องค์กรประกอบละ 8 ข้อ รวม 24 ข้อ

2.2.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.2.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 องค์กรประกอบ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของภาษา แล้วนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีการปรับปรุง ดังนี้

2.2.4.1 ปรับปรุงความเหมาะสมของการใช้ภาษา เช่น

ข้อความ “ถ้าเหรียญออกหัวทั้งคู่ชาวจะชนะ”

แก้ไขเป็น “เหตุการณ์ที่เหรียญขึ้นหัวทั้งสองเหรียญ

ชาวจะเป็นผู้ชนะ”

ข้อความ “กายสร้างจำนวนที่มี 2 หลัก โดยไม่ให้เลขซ้ำกัน”

แก้ไขเป็น “กายสร้างจำนวนที่มีสองหลัก โดยเลขโดดที่ใช้

จะต้องไม่ซ้ำกัน”

2.2.4.2 เพิ่มข้อความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น

ข้อความ “ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ผลลัพธ์ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น มีค่าเท่ากับ 0”

เพิ่มเติมเป็น “ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ผลลัพธ์ที่สนใจในการทดลองสุ่มไม่มีโอกาสเกิดขึ้น มีค่าเท่ากับ 0”

2.2.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนคือถ้าตอบถูก กำหนดค่าคะแนนให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ กำหนดค่าคะแนนให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความเที่ยง โดยใช้ สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.82
ค่าความยาก	0.19 – 0.90
ค่าอำนาจจำแนก	-0.82 – 0.89

2.2.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ที่อยู่ในเกณฑ์ในข้อ 2.2.5 จำนวน 25 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วนำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมจำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.80
ค่าความยาก	0.26 – 0.78
ค่าอำนาจจำแนก	0.34 – 0.89

2.2.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

6. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม สำหรับกลุ่มทดลองในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)^๒ เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

1.4 ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อนการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 25 ข้อ แล้วทำการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มเป็นประชากรกลุ่มเดียวกันจากนั้นจึงนำมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ค่าที (t-test) พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 13.95 และ 13.82 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.897 และ 3.732 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t - test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 11.24 และ 11.04 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.297 และ 2.668 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t - test) พบว่านักเรียนกลุ่ม

ทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI และสอนกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เนื้อหาที่ใช้สอนคือ ความน่าจะเป็น

2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามแผนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 14 ชั่วโมงแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 25 ข้อ

2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูล

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 17.0 ด้วยวิธีการทางสถิติโดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้คะแนนหลังการทดลองจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าที (t-test) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ

1.3. เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.4 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ

2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองตามองค์ประกอบของทั้งสองตัวแปร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงผลดังตารางที่ 2

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ แสดงผลดังตารางที่ 3

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงผลดังตารางที่ 4

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ แสดงผลดังตารางที่ 5

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

2. พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์แต่ละตอนมีดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i> – <i>value</i>
ก่อนเรียน	56	13.97	0.897	116.631*	.000
หลังเรียน	56	27.95	1.793		

จากตารางที่ 2 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 13.97 และ 27.95 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.897 และ 1.793 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t - test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p - value</i>
กลุ่มทดลอง	56	27.95	1.793	15.966*	.000
กลุ่มควบคุม	55	17.27	4.665		

จากตารางที่ 3 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 27.95 และ 17.27 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.793 และ 4.665 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t - test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i> – value
ก่อนเรียน	56	11.24	1.297	64.85*	.000
หลังเรียน	56	18.73	2.162		

จากตารางที่ 4 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 11.24 และ 18.73 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.297 และ 2.162 ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t - test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i> – <i>value</i>
กลุ่มทดลอง	56	18.73	2.162	9.216*	.000
กลุ่มควบคุม	55	13.80	3.336		

จากตารางที่ 5 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 18.73 และ 13.80 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.162 และ 3.336 ตามลำดับ และจากการทดสอบที่ (t - test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ตั้งอยู่ 333 ถนนนวมินทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240 เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร) เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 มีห้องเรียนทั้งหมด 88 ห้องเรียน นักเรียน 4,238 คน ครู 162 คน ผู้วิจัยเลือกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 16 ห้องเรียน มีนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 55 คน ทุกห้องจัดชั้นเรียนตามความสามารถ วิสัยทัศน์ของโรงเรียนคือ เป็นหน่วยงานที่เข้มแข็ง บริหารจัดการอย่างทันสมัย มีความพร้อมในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ผู้เรียนมีคุณภาพที่ยั่งยืนตามมาตรฐานของชาติและมาตรฐานสากล และมีเป้าประสงค์คือ นักเรียนเป็นผู้ประพฤติดีและมีความรู้ มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของชาติ สามารถศึกษาต่อชั้นอุดมศึกษา ดำรงชีวิตอย่างพอเพียง และมีความสุขบนวิถีของความเป็นไทย

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับครู

ในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ มีครูทั้งหมด 162 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 23 คน เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 86.95 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 13.05 ซึ่งสำเร็จการศึกษาทางการสอนคณิตศาสตร์โดยตรง จำนวน 23 คน

ด้านภาระงานในการสอนของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูแต่ละท่านได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยประมาณ 16 คาบต่อสัปดาห์ รายวิชาอื่น ๆ เช่น กิจกรรมชุมนุม กิจกรรมลูกเสือ – เนตรนารี และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น งานวัดผลทางการศึกษา งานฝ่ายแผนงาน งานกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน งานฝ่ายพัสดุ งานฝ่ายพยาบาล และอนามัยโรงเรียน เป็นต้น จากการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์สอนของครู ได้ข้อมูลว่า ครูมีแนวการสอนไม่หลากหลายเท่าที่ควร ส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย การใช้สื่อการเรียนรู้ไม่เป็นรูปธรรม

1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

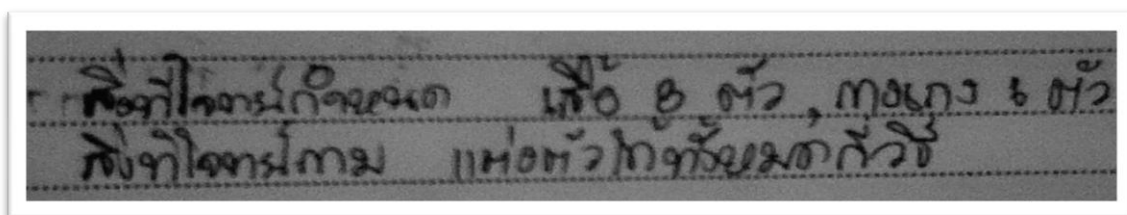
ในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) ๒ มีนักเรียนทั้งหมด 4,238 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 841 คน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 111 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 56 คน และ นักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 55 คน เป็นนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชาย ผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับผลการเรียนใกล้เคียงกันโดยนักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง นักเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับบิดามารดา ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว ส่วนมากเป็นนักเรียนในเขตพื้นที่ และมีบางส่วนเป็นนักเรียนในเขตสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 2 (กรุงเทพมหานคร) ผู้ปกครองของนักเรียนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจ รองลงมาประกอบอาชีพรับราชการรัฐวิสาหกิจ และประกอบอาชีพอิสระ นักเรียนทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่ได้รับการเรียนพิเศษเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนทุกคน ผู้ปกครองสนับสนุนทางการเรียนของนักเรียนอย่างเต็มที่ทั้งการเรียนในโรงเรียนและการเรียนพิเศษเพิ่มเติมนอกโรงเรียน เนื่องจากโรงเรียนตั้งอยู่บริเวณชุมชนมีบ้านของผู้ปกครองอาศัยอยู่โดยรอบ และใกล้เคียง โรงเรียนมีสถาบันกวดวิชาตั้งอยู่หลายสถาบัน ซึ่งนักเรียนส่วนมากเรียนพิเศษนอกเวลาเรียนที่สถาบันเหล่านี้ โรงเรียนมีความสะดวกเรื่องการเดินทาง มีความเจริญทางด้านวัตถุค่อนข้างสูง ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว รองลงมาประกอบอาชีพอาชีพรับราชการ/รัฐวิสาหกิจ และอาชีพอิสระ

2. พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวิเคราะห์ตามองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

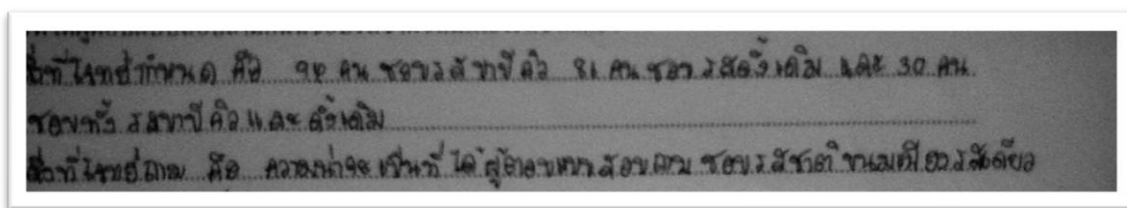
การประเมินความเข้าใจปัญหาในสัปดาห์แรกนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ว่าโจทย์ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใดหรือโจทย์ถามว่าอย่างไร และสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บางส่วนหรือบอกได้ไม่ครบถ้วนทั้งหมดดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหา

จากรูปที่ 3 นักเรียนได้ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คือ มีเสื้อที่แตกต่างกัน 8 ตัว และมีกางเกงที่แตกต่างกัน 6 ตัว และเขียนสิ่งที่โจทย์ถามคือ จะมีวิธีแต่งตัวที่แตกต่างกัน ได้ทั้งหมดกี่วิธี

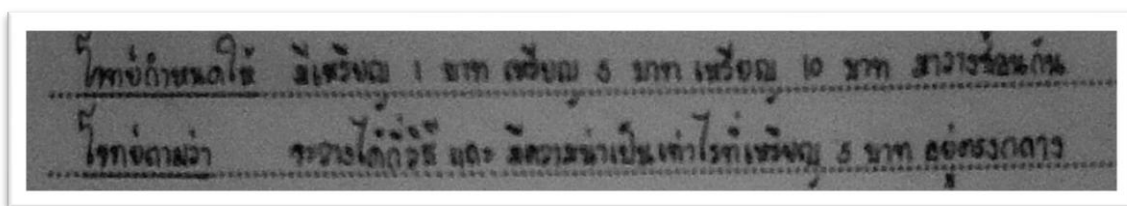
ในช่วงโมเมนต์ที่ 4 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนทุกคนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ว่าโจทย์ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใดหรือโจทย์ถามว่าอย่างไร และสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหา

จากรูปที่ 4 สิ่งที่นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องแต่ยังขาดรายละเอียดของสิ่งที่โจทย์ถามคือ ถ้าสุ่มเลือกนักเรียนมา 1 คน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรสชาติขนมเพียงรสเดียว ซึ่งทำให้ไม่ครบถ้วน

และในช่วงโมเมนต์ที่ 6 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปนักเรียนทุกคนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ว่าโจทย์ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใดหรือโจทย์ถามว่าอย่างไร และสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการเขียนทำความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้องครบถ้วน

ด้านที่ 2 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาในสัปดาห์แรกนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการวางแผนหรือบอกขั้นตอนในการแก้ปัญหา ไม่มีร่องรอยของการวางแผนหรือเขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหา และนักเรียนบางส่วนสามารถแก้ปัญหาจนได้คำตอบ กล่าวคือ นักเรียนบางส่วนสามารถแก้ปัญหาจนได้คำตอบโดยที่ไม่มีร่องรอยของการวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาดังรูปที่ 6

$$h(s) = 12$$

$$h(s) = \sum_{s=1}^8 w_s y_s = \{w_1 y_1, w_2 y_2, w_3 y_3, w_4 y_4, w_5 y_5, w_6 y_6, w_7 y_7, w_8 y_8\}$$

$$\therefore p(s) = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

รูปที่ 6 แสดงการแก้ปัญหาโดยไม่ได้วางแผน

ในช่วงโมเมนต์ 3 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 1 นักเรียนเริ่มที่จะพยายามคิดหาวางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เชื่อมโยงความรู้และข้อมูลที่มีจากโจทย์ปัญหา เพื่อหาแนวทางในการวางแผนในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น สามารถแก้ปัญหานั้นได้คำตอบโดยที่มีร่องรอยของวางแผนการหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาดังรูปที่ 7

วิธีแก้ : ใช้แผนภาพ

$$n(s) = 6$$

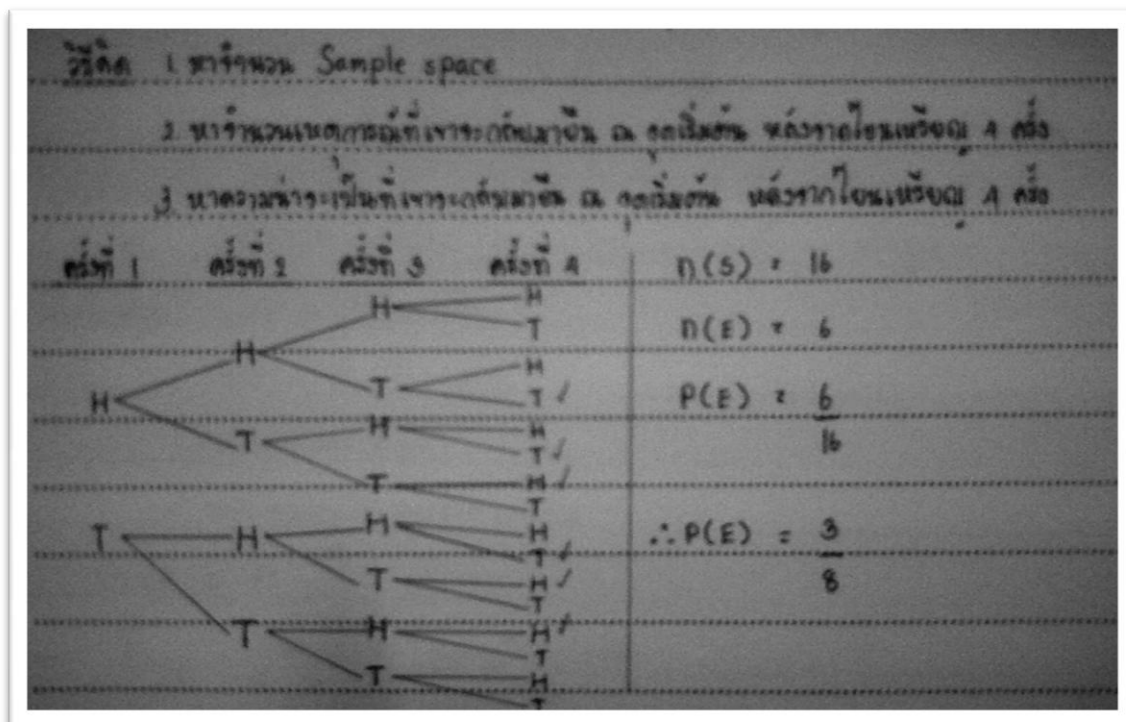
$$E = \{15, 10, 10, 1\}$$

$$n(E) = 2$$

รูปที่ 7 แสดงการแก้ปัญหาโดยไม่ได้วางแผน

จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนพยายามที่จะวางแผนในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่สามารถเขียนหรือวางแผนได้แสดงถึงความพยายาม แต่นักเรียนยังสามารถแก้ปัญหานั้นได้คำตอบ

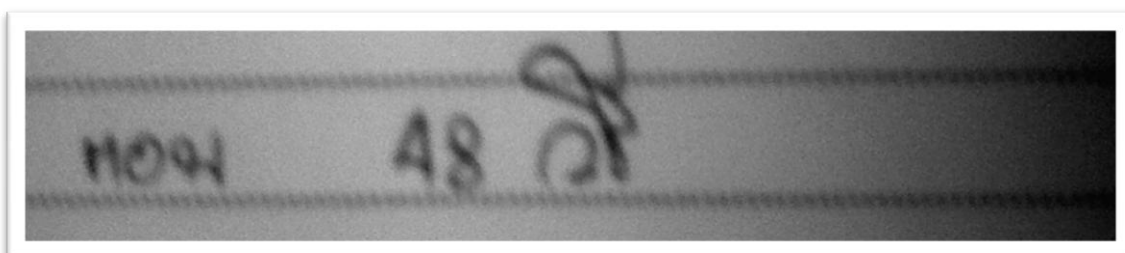
ในช่วงโมเมนต์ 5 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นเอง สามารถแก้ปัญหานั้นตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบและในช่วงโมเมนต์ 7 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปนักเรียนสามารถวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นเอง และยังสามารถแก้ปัญหานั้นที่ได้วางแผนไว้จนได้คำตอบดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหา

ด้านที่ 3 การสรุปคำตอบ

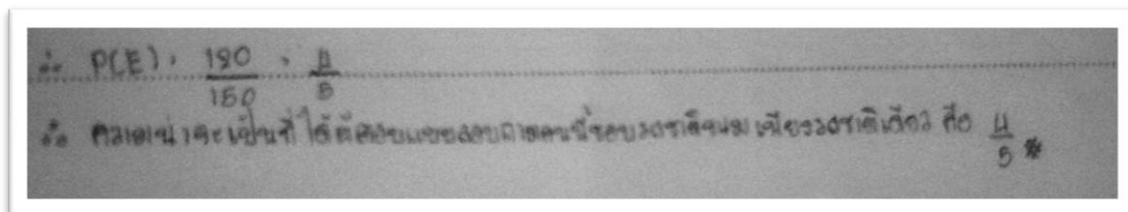
การสรุปคำตอบในสัปดาห์แรกนักเรียนไม่มีการเขียนอธิบายสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา แต่บางส่วนตอบเพียงคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและในชั่วโมงที่ 2 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 1 นักเรียนยังไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ แต่ส่วนใหญ่ตอบเพียงคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงการสรุปคำตอบ

ในชั่วโมงที่ 4 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาวางไว้แต่ยังไม่สมบูรณ์ และตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ของการ

ทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาที่วางไว้ได้ถูกต้องครบถ้วนดังรูปที่ 10



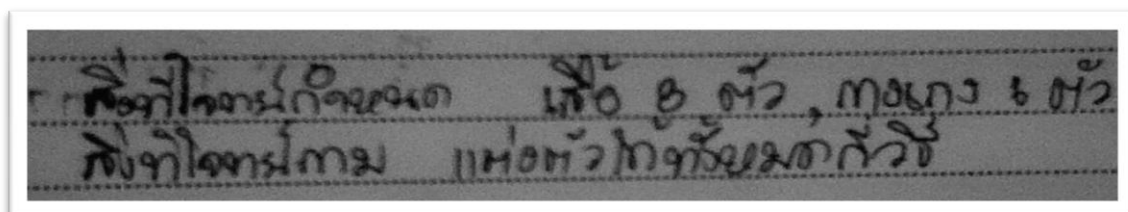
รูปที่ 10 แสดงการสรุปคำตอบและเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ

3. พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนวิเคราะห์ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964:11) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

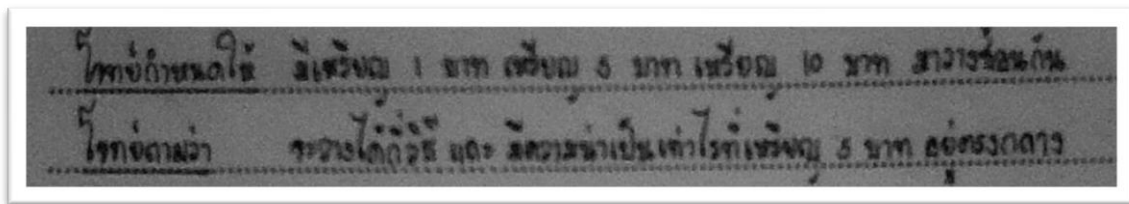
ด้านที่ 1 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ในสัปดาห์แรกของการทดลองนักเรียนสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้นและกำหนดประเด็นปัญหาเพื่อพิจารณาปัญหา โดยสามารถสังเกตได้จากการตอบคำถามและการเขียนเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บางส่วน และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

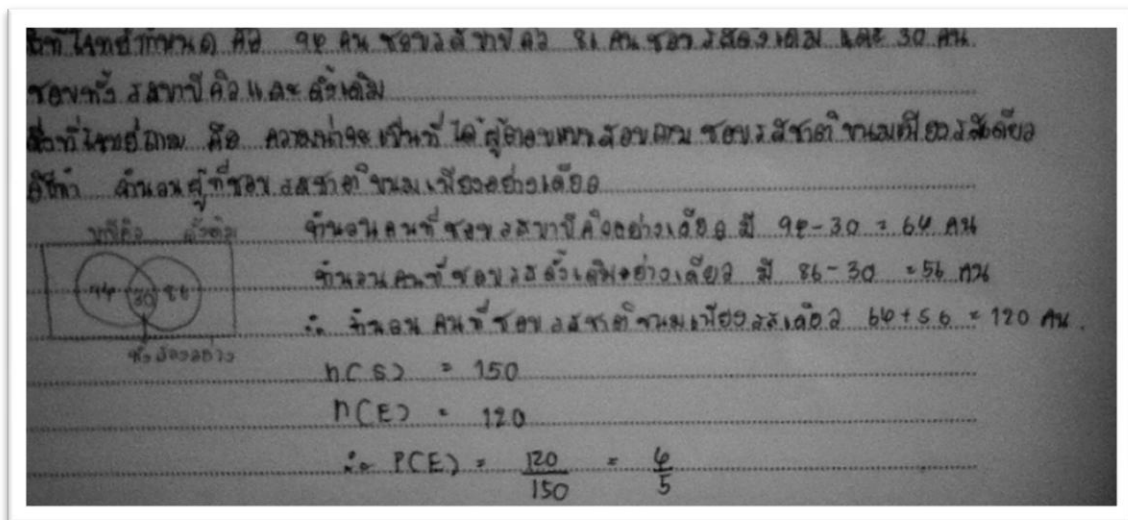
และในช่วงที่ 6 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปนักเรียนทุกคนสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้นและกำหนดประเด็นปัญหา สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ว่าโจทย์ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใดหรือโจทย์ถามว่าอย่างไร และสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนและการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ในลักษณะของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่มีให้เห็นดังรูปที่ 12 นั่นคือนักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ในช่วงที่ 6 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2



รูปที่ 12 แสดงการระบุข้อตกลงเบื้องต้นถูกต้องครบถ้วน

ด้านที่ 2 การอนุมาน

ในการทดลองครูให้นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบซึ่งในการทดลองในสัปดาห์แรกของการทดลองนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่วิเคราะห์จากโจทย์ปัญหาด้วยความรู้ที่ได้รับเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนเห็นความสัมพันธ์จากที่ได้วิเคราะห์ไว้ว่าจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะต้องใช้ความรู้ใดมาใช้ในการแก้ปัญหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสิ่งที่โจทย์ถาม สามารถสังเกตได้จาก การตอบคำถามในชั้นเรียนและการแสดงวิธีทำซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ระบุไว้หรือวิเคราะห์ไว้นั้นเองดังรูปที่ 13

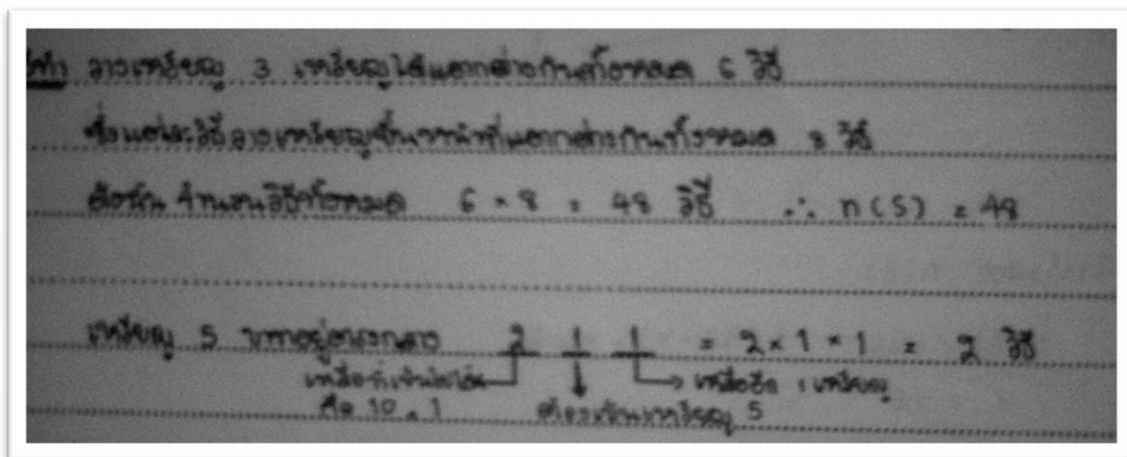


รูปที่ 13 แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ระบุไว้

ด้านที่ 3 การนิรนัย

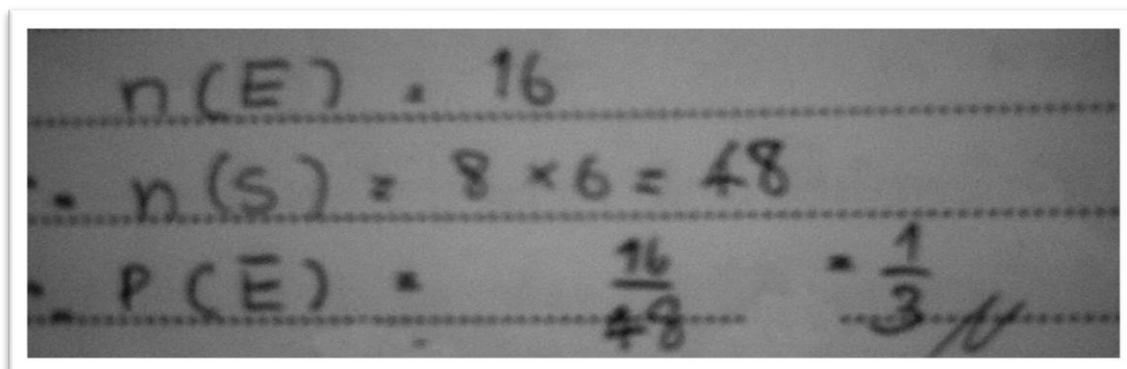
สัปดาห์แรกของการทดลองนักเรียนสามารถนำ กฎ สูตร นิยาม ที่ได้เรียนไปนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ได้ระบุไว้ จนสามารถได้คำตอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนสามารถนำกฎ สูตร นิยาม เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ได้อย่างถูกต้องตามกฎเกณฑ์ สามารถสังเกตได้จากการเขียนแสดงวิธีทำของนักเรียนที่สามารถนำนิยาม กฎ สูตร สมบัติฯ

เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา ดังรูปที่ 14 นั้นคือนักเรียนมีความสามารถในการนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหได้อย่างถูกต้องตามกฎเกณฑ์ตั้งแต่ลำดับแรกของการทดลอง



ด้านที่ 4 การตีความเพื่อลงข้อสรุป

ลำดับแรกของการทดลองนั้นหลังจากนักเรียนลงมือแก้ปัญหานั้นได้คำตอบแล้ว นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ได้จากการแก้ปัญหานั้น ซึ่งนักเรียนได้เขียนคำตอบที่ได้พิจารณาจากกระบวนการแก้ปัญหานั้นเองว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องสมเหตุสมผล สามารถสังเกตได้จากการอภิปรายร่วมกันถึงคำตอบที่ได้ของแต่ละคน และการเขียนคำตอบของตนเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาคำตอบของตนเองว่ามีความถูกต้องสมเหตุสมผลจึงได้ตอบในคำตอบที่ได้ของตนเองดังรูปที่ 15

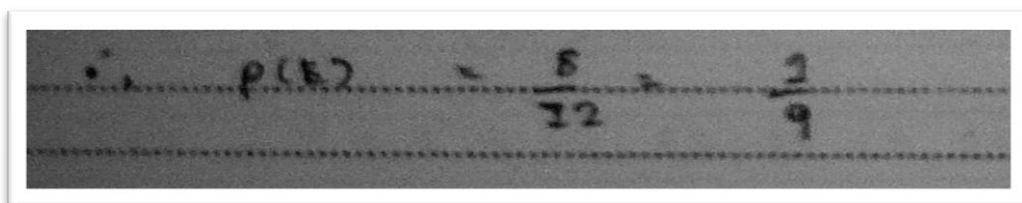


รูปที่ 15 แสดงการเขียนสรุปตอบ

ด้านที่ 5 การประเมินข้อสรุป

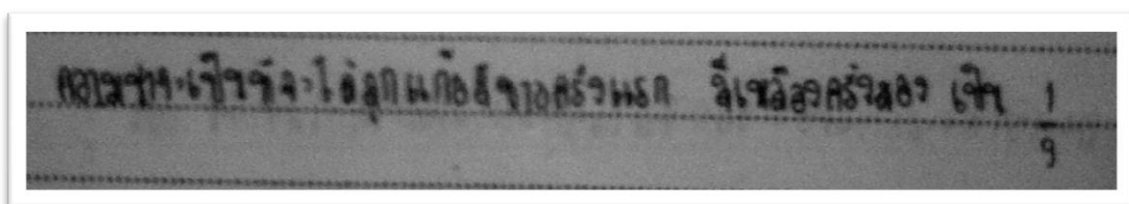
ในการทดลองครูให้นักเรียนอภิปรายถึงคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้กับโจทย์ที่กำหนด โดยจะต้องใช้เหตุผลประกอบว่าถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนใดผิดพลาดบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันสรุปคำตอบร่วมกันเป็นการยืนยันคำตอบของนักเรียน

สัปดาห์แรกของการทดลองนักเรียนยังไม่สามารถอภิปรายถึงคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาตั้งคำถามเพื่อนให้เกิการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาของร่วมกัน สังเกตได้ว่านักเรียนยังไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ แต่นักเรียนเขียนเพียงคำตอบที่ได้ของตนเอง ไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 แสดงการเขียนตอบคำถาม

ในช่วงเวลาที่ 4 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่หลังจากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนแล้วนั้นนักเรียนเริ่มมีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาที่วางไว้แต่ยังไม่สมบูรณ์ และตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 6 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาที่วางไว้ได้ถูกต้องครบถ้วนหลังจากการอภิปรายร่วมกันดังรูปที่ 17 นั่นคือนักเรียนมีความสามารถในการประเมินข้อสรุปในช่วงเวลาที่ 6 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2



รูปที่ 17 แสดงการประเมินข้อสรุป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ
5. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 (กรุงเทพมหานคร) จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ มีนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 17 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยเลือกมา 2 ห้อง เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนห้อง ม. 3/5 จำนวน 55 คน และ ม.3/7 จำนวน 56 คน แล้วนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนทั้งสองห้องเรียน มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) พบว่า ทั้งสองห้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยทำการสุ่ม โดยการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนห้อง ม. 3/5 จำนวน 55 คนเป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม. 3/7 จำนวน 56 คน เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมตามแนวคิด DAPIC และ CGI สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดครอบคลุมเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็น ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 แผน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำไปใช้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.50 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81

2. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.34 – 0.89 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยก่อนสอนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แล้วดำเนินการสอน ทั้งสองห้อง โดยห้อง ม.3/5 สอนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมตามแนวคิด DAPIC และ CGI และห้อง ม.3/7 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการสอนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทั้งสองมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t – test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI นั้นในกระบวนการของการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC และ CGI ทำให้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน ไปในทิศทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ กล่าวคือในด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนตั้งแต่ชั่วโมงที่ 4 ของการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 ด้านที่ 2 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้คำตอบในสัปดาห์แรกๆ แต่การวางแผนเริ่มมีร่องรอยในชั่วโมงที่ 3 ของการทดลองและสามารถวางแผนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 4 ของการทดลอง และด้านที่ 3 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีการเขียนคำตอบที่ได้ตั้งแต่ชั่วโมงแรกๆ

ของการทดลอง แต่การเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบได้ในชั่วโมงที่ 4 ของการทดลอง จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาในทางที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีความยืดหยุ่นไม่ซับซ้อน จึงทำให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้วิเคราะห์ หากคำตอบของปัญหานั้นได้ ซึ่งนักเรียนได้ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผน และตัดสินใจเลือกแผนงานในการหาคำตอบ แล้วแก้ปัญหตามวิธีที่วางแผนไว้ถูกต้อง ประเมินความเหมาะสมของแผนงานที่ใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง การที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาเช่นนี้ประจำส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นสอดคล้องกับผลการวิจัยของไบบี (Bybee:1976:132) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอน โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น นั่นคือ ผู้ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาก็จะทำให้การแก้ปัญหาคิดขึ้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกระดับความสามารถ เพราะนักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เดิมกับข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามทฤษฎีการประมวลผลของสเติร์นเบิร์ก (Steernberqg,1986:41-78) ได้กล่าวไว้ว่า การประมวลผลข้อมูลที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ดี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI นั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายในสิ่งที่นักเรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองว่ามีความถูกต้องผิดพลาดหรือเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ทำให้นักเรียนเรียนรู้เอง และนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด และวิธีการของตนเองซึ่งกันและกัน สามารถสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมขึ้นร่วมกัน ตามที่กรีโน (Greeno,1987:142) ได้กล่าวว่า การที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นจะต้องหารูปแบบความรู้ที่มีอยู่ให้สัมพันธ์กับปัญหา ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าก่อนเรียน

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เป็นการเน้นให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่า จากการทำการทดลองทั้ง 5 ชั้น เป็นเครื่องมือสำคัญในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน โดยในชั้นแรก ชั้น 1 - 2 เป็นชั้นที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ พร้อมทั้งสร้างความสัมพันธ์

ระหว่างความรู้เดิมกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ในชั้น 3 – 4 เป็นชั้นที่ให้นักเรียนได้วางแผนด้วยตนเอง พร้อมทั้งแสดงแนวคิดของตนเองออกมา และดำเนินการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามแผนที่ตนเองวางไว้ และในชั้นที่ 5 เป็นชั้นที่ให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์วิธีการของตนเองแถมของเพื่อน ทั้งมีการอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ร่วมกัน จากกระบวนการทั้ง 5 เป็นการให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ ค้นหาวิธีการและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ด้วยตนเอง ดังนั้นการให้นักเรียนได้เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับพรภักดิ์สร ปริญญาคุณ (2546: 16) ที่กล่าวว่า “การเลือกปัญหาเพื่อศึกษาต้องสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการด้วยตนเอง เป็นไปตามความสนใจของผู้เรียน ใช้วิธีการแก้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนการสอนและมีความต่อเนื่องเป็นไปตามลำดับขั้น” และสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 110) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC คล้ายคลึงกับ การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นวิธีการค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหา เหมือนกัน จึงสอดคล้องกับ นวลจันทร์ ผมอดทา (2545:58-59) ที่พบว่านักเรียนที่ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เน้นนักเรียนทำความเข้าใจด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นซึ่งนักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และระบุประเด็นปัญหาได้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เพื่อนำไปสู่การวางแผนและแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล มีการตัดสินใจสรุปคำตอบของตนเอง ส่งผลทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง และมีการให้นักเรียนอภิปราย สนทนาโต้ตอบกัน ถึง

กระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ของแต่ละคนเพื่อยืนยันในคำตอบที่ได้ ทำให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนหลังจากการอภิปรายเป็นประจำ ซึ่งนักเรียนได้วิเคราะห์ ตั้งเคราะห์ ประเมินค่าข้อมูลได้ถูกต้องทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับพิชิต สนั่นเอื้อ (2542:29) กล่าวโดยสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ที่นักเรียนต้องมีการประมวลผลข้อมูล ความรู้ หรือข้อคิดเห็นต่างๆ อย่างกว้างขวาง มาประกอบการพิจารณา ถัดกรอง ไตร่ตรอง และประเมินอย่างรอบครอบ เพื่อให้เกิดผลความคิดที่รอบครอบและสมเหตุสมผล ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ส่งเสริมการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สมจิต บุญคงเสน ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีสืบสอบทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กษมา วุฒิสารวัฒนา ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ทำให้ความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

4. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เปิดโอกาสให้พิจารณา ไตร่ตรองปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยระบุประเด็นปัญหา ในขั้นตอนที่ 1 โดยบอกสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ ในขั้นที่ 2 – 4 ให้รวบรวมข้อมูลหาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้ เพื่อนำไปสู่การวางแผนด้วยตนเองและดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ซึ่ง นักเรียนได้แลกเปลี่ยน โต้แย้ง วิเคราะห์ อภิปรายถึงแผนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นภายในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนคิดและทบทวน โดยการรับฟังซึ่งกันและกัน ซึ่งก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนและการวิเคราะห์ในแผนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหานั้น และสรุปผลการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ นีดเลอร์ (Kneedler,1985:278-280) กล่าวว่า “กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาตัดสินข้อมูลที่สัมพันธ์กับปัญหา การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป” ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จึงเป็นการ

พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปพร้อมกัน ดังคำกล่าวของทิสนา แคมณี (2533:3) ที่กล่าวว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม” และสอดคล้องกับ อุไร มะวิญชร (2543:37) ที่กล่าวว่า “ในการพัฒนานักเรียนให้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น การให้สภาพที่ไม่คุ้นเคยเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้เกิดการคิดได้ ดังนั้นหลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งในระยะแรกนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการเรียนการสอนครูต้องใช้คำถามแนะเพื่อให้นักเรียนได้คิดและทำความเข้าใจ อาจจะต้องเรียกหรือบังคับตอบในระยะแรก และครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเพื่อให้เกิดการโต้ตอบกันหลังจากนักเรียนคุ้นชินแล้วครูเป็นผู้สังเกตการณ์อภิปราย

1.2 ใช้ชั้นเรียนควรมีการใช้คำถามที่เน้นให้นักเรียนได้คิด ซึ่งในช่วงแรกอาจจะเป็นการใช้คำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดออกมาเมื่อนักเรียนคุ้นชินหรือได้ฝึกไปเรื่อยๆควรเปลี่ยนคำถามที่ให้นักเรียนได้คิดมากขึ้นไม่ควรมีคำถามที่มีคำตอบเพียงใช่ ไม่ใช่ หรือถูกผิด

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาครูต้องให้เวลานักเรียนในการคิดและได้ทำความเข้าใจจนสามารถปฏิบัติได้ จึงจะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ก่อประโยชน์และมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ในเนื้อหาเกี่ยวกับบทประยุกต์ที่เป็นการแก้ปัญหาเพราะกระบวนการนี้เน้นการแก้ปัญหานักเรียนซึ่งเหมาะกับเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือบทประยุกต์ เช่น การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หรือการประยุกต์อัตราส่วนร้อยละ เป็นต้น

2.2 ในการทำวิจัยในครั้งต่อไปอาจจะมีการศึกษาประเด็นอื่นเพิ่มเติม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้คิดและทำความเข้าใจด้วยตนเอง ซึ่งต้องอาศัยทักษะหลายๆ ทักษะ เช่นการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การเชื่อมโยง เป็นต้น ถ้านักเรียนได้ฝึกเป็นประจำอาจจะเกิดทักษะเหล่านั้นได้ จึงต้องศึกษาตัวแปรเหล่านี้เพิ่มเติม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กษมา วุฒิสารสัฒนา. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมี
วิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพะเยา. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

กัจจร มณีแก้ว. ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ไข
ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงาน สถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชา
มัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

จรรยา ภูอุดม. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. วิทยานิพนธ์
กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. 2544.

ชนิดา ชีรานันท์. ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิด
วิจารณ์ญาณ เรื่อง สารสนเทศเศรษฐกิจไทยในแง่ภูมิศาสตร์ กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา
และวัฒนธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2547.

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอน แบบสืบสวนสอบสวน
เชิงนิติศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.

ชัยวัฒน์ อู่ยาอาจ. ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู
คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่
2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ณัฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ. กลยุทธ์การสร้างองค์การคุณภาพ. กรุงเทพฯ: ธรรมมลการพิมพ์,
2546.

- ดวงทิพย์ เพ็ชรนิล. ผลของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.2546.
- สุนันทา สายวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบและการสอนแบบซินดิเคท. ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.
- สุพัตรา ผาติวิสันต์. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองที่มีแบบการ เรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- ทิสนา แคมมณี. การพัฒนากระบวนการคิด. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ตุลาคม-ธันวาคม2534): 19-28.
- ทิสนา แคมมณี. ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- นวลจันทร์ ผมออุทา. ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- นุศรียา จิตดารมย์. ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- แนนน้อย ทองธวัช. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการใช้นิยามปัญหาและทฤษฎีกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

- บังอร ไชยเฟือก. ผลของการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
บูรพา, 2545.
- ปิยะลักษณ์ โพธิ์. ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ปรีชา เนาว่าเย็นผล. กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2544.
- ประยูร อาษานาม. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา: หลักการและ
แนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: ประกายพริก. 2537.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พิชิต สนั่นเอื้อ. ผลของการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณและสอดแทรกในวิชาที่สอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถด้านการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2542.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ภพ เลหาไพบุลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่คอมเมอร์
เชียล, 2537.
- มลิวลัย สมศักดิ์. รูปแบบการเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยาย
โอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและ
พัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.
- ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2530.
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์, 2539.
- ยุพิน พิพิธกุล. การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์ 42 (กุมภาพันธ์-เมษายน 2542) : 485-487.

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

รัญจวน คำวชิรพิทักษ์. จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2538.

วิจัยทางการศึกษา, กอง. การวิจัยและพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2543.

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล คับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2544.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. กรุงเทพมหานคร, 2551.

สมจิต บุญคงเสน. ผลของการสอนภาษาไทยด้วยกลวิธีสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณและความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตรการสอน และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. วิชาคณิตศาสตร์ ไม่เบื่อไม่มาของเด็กไทย. วิทยากร 105, 3 (มกราคม 2549): 71.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. ยุทธวิธี การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. วารสารคณิตศาสตร์, (พ.ค – ก.ค. 2543): 41.

สมเดช บุญประจักษ์. การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียบแบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ.

แหล่งที่มา: <http://www.niets.or.th/index2.php> [2555, มิถุนายน]

สิริพร ทิพย์คง. ทักษะการคิด (Thinking Skills). วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ (2547) : 7-11.

- สุนทรีย์ สมมะโน. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธาการพิมพ์. 2541.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ที.พี. พริน. 2543.
- อรปวีณ์ สุตะพาหะ. ผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) ที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีรัตนบุรี จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- อรพรรณ พรสีมา, การคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาทักษะการคิด, 2543.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทางเรื่องเส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.
- อัมพร ม้าคนอง. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- อัมพร ม้าคนอง. คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- อัมพร ม้าคนอง. การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 101-102. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์. 2547.
- อัมพร ม้าคนอง. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554
- อุไร มะวิญชร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์เชิงวิจารณ์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการให้ประสบการณ์กับคู่มือครู. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.

ภาษาอังกฤษ

- Adam, S. Teaching Mathematics. New York:Harpur & Row, 1977.
- Anderson, K. B., and Pingry, R. E. Problem-Solving in Mathematic : Its theory and practice.
Washington, D. C. The National Council of Teachers ofMathematics, 1973.
- Ball, F.H. Teaching and Learning Natheletics in Secondary School. Dubuque, Iowa:Wm. C.
Brown Company Publisher. 1978.
- Bybee, R. Transformation in Elementary Science Education. 1976.
- Bono,Edward. Teaching Thinking. London:Temple Smith. 1976
- Carpenter, T.P. et al. Using knowledge of children’ s mathematics thinking in classroom
teaching: An experimental study. American Educational research Journal. 26(4):
499-531,1989.
- Carpenter, T.P. et al. Children’ s Mathematics: Cognitively Guided Instruction. Portsmouth, NH:
Heinemann, 1999
- Carpenter, T.P. et al. Cognitively Guided Instruction: A Research-Based Teacher Professional
Development Program for Elementary School Mathematics:Reasearch Report. National
Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science,
2000.
- Clarkson, S. P. A Study of the Relationship among Translation and Problem Solving Abilities.
Dissertation Abstracts International 39 (January 1979): 4101 – A.
Washington D. C.: American Council on Education, 1957.
- Davidson, N. Small Group Cooperative Learning. In Teaching and Learning Mathematics
in The 1990s, 1990 Yearbook, pp.52-61. Reston, VA: National council of Teachers of
Mathematics, 1990.
- Davis, R.B. Learning Mathematics: The Cognitive Science Approach to Mathematics
Education. Norwood, NJ: Ablex, 1986.
- Deming, W. Edwards. Out of the Crisis. MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.
- Dossey, J.A. et al. Mathematics Method and Modeling for Today’s Mathematics
Classroom. A Comtemporary Approach to Teaching Grade 7-12. Pacific Grove:
Brooks/Cole, 2002.
- Dressel, P. L., and Mayhew, L. B. General Education : Exploration in Evaluation. 2nd ed.

- Ennis, R. H. A Logical Basic for measuring Critical Thinking Skill. Educational Leadership. (October 1985) : 44 – 48.
- Ennis, R. H., and Millman, J. Cornell Critical Tinking Test Level X & Level Z Manual. 3rd ed. California: Midwest Publication, 1985.
- Ferrell, S. Critical thinking across the curriculum project : Critical thinking definitions [online]. Available from : [www.cmetro .cc.mo.us/Longview2de definitions](http://www.cmetro.cc.mo.us/Longview2de%20definitions), 1997.
- Franke, M., and Weishaupt, L. Using Children’s Thinking to Teach Mathematics. UCLA Urban Education Studies Center, Connections, 1998.
- Good, C. V. Dictionary of Education. 2nd ed. New York: Mcgraw Hill Book, 1973.
- Goodrich, H. Understanding rubrics. Education Leadership (Teaching for Authentic Student Performance). 54(4): 14-17., 1997.
- Graham, A. Statistical Investigations in the Secondary School. NY: Cambridge University Press, 1987.
- Greenal, A. Environmental Education in School Polices and Programme. Canberra: The Curriculum Development Center, 1980.
- Guilford, J.P. & Hoepfner. The Analysis of Intelligence. NY: McGraw-Hill, 1971.
- Halsted, S.D. Washington Facillitating Creative and Critical Thinking In Middle School Science. Dissertation Abstracts International 37, 1 (February 1996): 47-A.
- Jackson, L. Increasing Critical Thinking Skills To Improve Problem-Solving Ability in Mathematics. Master of Arts Action Research Project. Graduate Faculty, Saint Xavier University, 2000.
- Krulik, S., and Rudnick, J.A. Reasoning and Problem – Solving : A Handbook for Elementary School Teachers. Bston: Allyn and Bacon, 1993.
- Leblance, J. F. You Can Teach Problem Solve. Arithmetic Teacher 25 (November 1977):17-25.
- Lumpkin, C.R. Effects of Teaching Critical Skill on The Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth Graders (Fifth Graders). Ph.D. Auburn University, 1990.
- Maetino, A. M. Elementary Students’ Construction of Mathematics Knowledge : Analysis by Profile. Dissertation Absteacts International 56, 3 (December 1992) : 1833A.

- Meier, S. L.;Hovde, R. L.; and Meier,R. L. 1996. Problem Solving: Teachers' Perceptions, Content Area, Model, and Interdisciplinary Connection. *School Science and Mathematics*. 96(5):230-237.
- National Center for Research in Mathematics and Science Education. Cognitively guided instruction. NCRMSE Research Review. 1992,1(2).
- National Council of Supervisors of Mathematics. (NCSM). Position Paper on Basic. Arithmetic Teacher. 25(5) (1977, October) : 19-22.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: The *National Council of Teachers of Mathematics*, 1991.
- National Council of Teacher of Mathematics. Principles and Standards for school Mathematics. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics. Inc., 2000.
- Nelson and Kirkpatrick. Mathematics Learning in Early Childhood,37th Yearbook : National Council of Teachere of Mathematics, Reston, VA, 1975.
- Polya, G. How To Solve It : A New Aspect of Mathematical Method. Princeton, N.J.:Princeton University Press, 1957.
- Shewhart, Walter Andrew. Economic Control of Quality of Manufactured Product/50th Anniversary Commemorative Issue. American Society for Quality, 1980.
- Strenberg, R.J. Cognitive Psychology 2nd ed. NewYork: Harcourt Brace College Publisher,1999.
- The Integrated Mathematics, Science, and Technology (IMaST). Problem Solving Using DAPIC. [Online]. Available from : <http://www.cemast.ilstu.edu/programs/imast/dapic.shtml>. (15/08/2012)
- Tougaw, P. W. A Study of Effect of Using an Open Approach to Teaching Mathematics upon the Mathematical Problem Solving Behaviors of Secondary School Students. Dissertation Abstracts Internationa l 54, 8(February 1994): 2934 – A.
- Watson, G., and Glaser, E. M. Watson-Glaser critical thinking appraisal manual. New York: Harcourt Brace and Warld, 1964.
- Villasenor, A. & Kapner, S. H. (1993). Arithmetic from a problem-solving perspective: An urban implementation. *Journal for Research in Mathematics Education*. 24(1): 6269.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจพิจารณาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวัตร์ พรหมเพ็ญ
อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
2. อาจารย์ ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์
อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์นที สุขทรัพย์
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจพิจารณาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวัตร์ พรหมเพ็ญ
อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
2. อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสานและ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์รุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย



ที่ ศบ 0512.6(2771)/56- 0964

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันเสื่อ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรวัต พรหมเพ็ญ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรวัต พรหมเพ็ญ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

Amfar Syaa

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศษ 0512.6(2771)/56- 0965

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันเสือ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขอเชิญ อาจารย์ ดร.พรณทิพา พรหมรักษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์ ดร.พรณทิพา พรหมรักษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 0966

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากร ในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันทร์เดือ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการค้าเนื้องานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์ ดร.สุกัญญา ทะฮีสานและ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงาน ในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้ อาจารย์ ดร.สุกัญญา ทะฮีสานและ เป็น ผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

จุฬารัตน์ วิบูลผล

(อาจารย์ ดร.จุฬารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 0967

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันทร์เสียด นิติตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขอเชิญ นางรุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิติตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางรุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป ขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จุฬารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 0968



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันเทื่อ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขอเชิญ นางนที สุขทรัพย์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางนที สุขทรัพย์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป ขอขอบคุณในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. จุฬารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 0969

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

28 กุมภาพันธ์ 2556

เรื่อง ขอบความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุรชัย วงศ์จันทร์เดือ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถ กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป ขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ภาคผนวก ค

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานภาคเรียนที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test) และค่าเฉลี่ยเลขคณิต (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานภาคเรียนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานภาคเรียนที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง

ห้อง	N	\bar{x}	S
3/1	36	31.3	0.89
3/2	36	31.0	1.03
3/3	29	31.6	0.96
3/4	29	30.4	0.92
3/5	56	31.8	0.50
3/6	56	38.8	0.43
3/7	55	32.0	0.51
3/8	56	31.0	0.80
3/9	56	24.0	0.79
3/10	56	25.0	0.97
3/11	55	20.0	0.94
3/12	54	28.7	0.79
3/13	53	15.3	0.65
3/14	55	19.3	0.79
3/15	54	21.5	1.03
3/16	52	25.2	0.34
3/17	53	30.7	0.34

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

ห้อง	n	\bar{x}	s	F	t
3/5	56	31.8	0.50	4.676	3.916*
3/7	55	32.0	0.51		

*p<.05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ห้อง	n	\bar{x}	s	F	t
3/5	56	13.97	0.897	69.295	0.302
3/7	55	13.82	3.732		

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน

ห้อง	n	\bar{x}	s	F	t
3/5	56	11.24	1.297	20.689	0.502
3/7	55	11.04	2.668		

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความน่าจะเป็น เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ จำนวน 1 คาบ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
 มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่าง
 สมเหตุสมผล

สาระสำคัญ

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใด คือ ค่าที่บอกให้ทราบว่าโอกาสที่เหตุการณ์นั้นๆ จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของจำนวนสมาชิกในเหตุการณ์ที่เราสนใจกับจำนวนสมาชิกของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ใช้สัญลักษณ์ $P(E)$ แทนความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E , $n(E)$ แทนจำนวนสมาชิกของเหตุการณ์ E , $n(S)$ แทนจำนวนสมาชิกของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการทดลองสุ่มนั้น

$$\text{ดังนั้น} \quad P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$$

ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- อธิบายความหมายของการความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้
- หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

- แก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์
- สื่อสาร สื่อความหมายวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์อย่างสมเหตุสมผลและนำเสนอคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของแต่ละสถานการณ์

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

- มีความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
- มีการทำงานเป็นระบบ ระเบียบรอบคอบ

สาระการเรียนรู้

การทดลองสุ่มที่กล่าวมาแล้ว ในทางคณิตศาสตร์กำหนดให้แต่ละผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ในการทดลองสุ่ม มีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่าๆกัน โดยที่อุปกรณ์ในการทดลองสุ่มต้องมีความเที่ยงตรงหรือยุติธรรม

เช่น การทดลองโยนเหรียญบาท 1 เหรียญ 1 ครั้ง ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด คือ ออกหัวหรือออกก้อย ซึ่งโอกาสในการออกหัวหรือออกก้อยมีโอกาสเท่าๆกัน จากผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้จะเกิดขึ้นได้ 2 แบบ จึงกล่าวได้ว่า ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เหรียญออกหัวเป็น $\frac{1}{2}$ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เหรียญออกก้อยเป็น $\frac{1}{2}$

ดังนั้น ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใด คือ ค่าที่บอกให้ทราบว่าโอกาสที่เหตุการณ์นั้นๆ จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย

หาได้จากสูตร

$$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$$

โดยที่ $P(E)$ แทนความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E

$n(E)$ แทนจำนวนสมาชิกของเหตุการณ์ E

$n(S)$ แทนจำนวนสมาชิกของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการทดลองสุ่มนั้น

สถานการณ์ที่ 1 กล่องใบหนึ่งมีสลากเขียนหมายเลข 1, 2, 3, 4 ไว้อย่างละ 1 ใบ สุ่มหยิบสลากขึ้นมา 1 ใบ จงหาความน่าจะเป็นที่จะได้สลากหมายเลขคู่

วิธีทำ ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้จากการสุ่มหยิบหมายเลข คือ หยิบได้หมายเลข 1, 2, 3 หรือ 4

หรือ $S = \{1, 2, 3, 4\}$ ดังนั้น $n(S) = 4$

เหตุการณ์ที่หยิบได้สลากหมายเลขคู่ คือ หยิบได้หมายเลข 2 หรือ 4

หรือ $E = \{2, 4\}$ ดังนั้น $n(E) = 2$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร } P(E) &= \frac{n(E)}{n(S)} \\ &= \frac{2}{4} \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

นั่นคือ ความน่าจะเป็นของการหยิบได้สลากหมายเลขคู่ เท่ากับ $\frac{1}{2}$

สถานการณ์ที่ 2 ทอดลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน 1 ครั้ง จงหาความน่าจะเป็นที่ลูกเต๋าคู่ขึ้นแต้มคู่ทั้งสองลูก

วิธีทำ ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้จากการทอดลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน 1 ครั้ง คือ

$$S = \left\{ \begin{array}{l} (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), \\ (2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5), (2,6), \\ (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6), \\ (4,1), (4,2), (4,3), (4,4), (4,5), (4,6), \\ (5,1), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5), (5,6), \\ (6,1), (6,2), (6,3), (6,4), (6,5), (6,6) \end{array} \right\} \text{ ดังนั้น } n(S) = 36$$

เหตุการณ์ที่ลูกเต๋าคู่ขึ้นแต้มคู่ทั้งสองลูก คือ

$$E = \left\{ \begin{array}{l} (2,2), (2,4), (2,6), \\ (4,2), (4,4), (4,6), \\ (6,2), (6,4), (6,6) \end{array} \right\} \text{ ดังนั้น } n(E) = 9$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร } P(E) &= \frac{n(E)}{n(S)} \\ &= \frac{9}{36} \\ &= \frac{1}{4} \end{aligned}$$

นั่นคือ ความน่าจะเป็นที่ลูกเต๋าคู่ขึ้นแต้มคู่ทั้งสองลูกเท่ากับ $\frac{1}{4}$

สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนใช้มัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องหนึ่งมีนักเรียน 56 คนสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงที่ชอบพบว่า มีนักเรียนชอบสุนัข 37 คน ชอบแมว 36 คน ถ้าสุ่มนักเรียนมา 1 คน จงหาความน่าจะเป็นที่ได้นักเรียนชอบทั้งสุนัขและแมว

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนเกี่ยวกับเหตุการณ์ของการทดลองสุ่มโดยครูถามนักเรียนว่าในการทดลองโยนเหรียญ 2 เหรียญ 1 ครั้ง มีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีอะไรบ้าง (HH, HT, TH และ TT)

แต่ละเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากันหรือไม่ (มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน)

ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดว่ามีจำนวนเท่าใด (จำนวน 4 เหตุการณ์) และครูถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่สนใจครั้งนี้

- เหตุการณ์ที่ออกหัวทั้งสองเหรียญมีจำนวนเท่าใด (จำนวน 1 เหตุการณ์)
- เหตุการณ์ที่ออกก้อยทั้งสองเหรียญมีจำนวนเท่าใด (จำนวน 1 เหตุการณ์)
- เหตุการณ์ที่ออกหัวหนึ่งเหรียญหรือออกก้อยหนึ่งเหรียญมีจำนวนเท่าใด (จำนวน 2 เหตุการณ์)

2. ชั้นการเรียนรู้

ครูอธิบายเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใด คือ ค่าที่บอกให้ทราบว่าโอกาสที่เหตุการณ์นั้นๆ จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย

หาได้จากสูตร

$$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$$

โดยที่ $P(E)$ แทนความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E

$n(E)$ แทนจำนวนสมาชิกของเหตุการณ์ E

$n(S)$ แทนจำนวนสมาชิกของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการทดลองสุ่มนั้น

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>Define</p> <p>1. ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 บนกระดาน “กล่องใบหนึ่งมีสลากเขียนหมายเลข 1, 2, 3, 4 ไว้อย่างละ 1 ใบ สุ่มหยิบสลากขึ้นมา 1 ใบ จงหา ความน่าจะเป็นที่จะได้สลากหมายเลขคู่”</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ โดยครูใช้คำถามแนะให้นักเรียน “นักเรียนเข้าใจสถานการณ์นี้หรือไม่” “นักเรียนเข้าใจสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร” “สถานการณ์นี้ให้นักเรียนทดลองอย่างไร” “สถานการณ์นี้สนใจสิ่งใด”</p>	<p>1. ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 บนกระดาน “กล่องใบหนึ่งมีสลากเขียนหมายเลข 1, 2, 3, 4 ไว้อย่างละ 1 ใบ สุ่มหยิบสลากขึ้นมา 1 ใบ จงหา ความน่าจะเป็นที่จะได้สลากหมายเลขคู่”</p> <p>2. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าหยิบสลากตาม สถานการณ์นี้แล้วจะได้หมายเลขอะไรบ้าง (1, 2, 3, 4)</p> <p>3. ครูถามนักเรียนว่าจำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไป ได้มีทั้งหมดเท่าใด (4 เหตุการณ์)</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>Assess</p> <p>3. ครูถามนักเรียนว่า “ในสถานการณ์นี้นักเรียนจะหยิบสลากได้หมายเลขอะไรได้บ้าง” (1, 2, 3, 4)</p> <p>4. “สลากแต่ละหมายเลขมีโอกาสหยิบได้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (มีโอกาสหยิบได้เท่าๆ กัน)</p> <p>Plan</p> <p>5. ครูให้นักเรียนหาแนวทางในการหาผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์หลังจากนั้นครูถามนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางที่นักเรียนคิดขึ้นว่า “นักเรียนมีวิธีการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากสถานการณ์นี้อย่างไร”</p> <p>“วิธีการนี้จะต้องทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ”</p> <p>6. ให้นักเรียนวางแผนของตนเอง</p> <p>7. ครูให้นักเรียนอธิบายแผนการดำเนินงานของตนเอง</p> <p>Implement</p> <p>8. ครูให้นักเรียนหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ตามสถานการณ์ตามแผนที่วางไว้ของตนเอง</p> <p>9. ครูถามนักเรียนถึงคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>“ในแต่ละครั้งของการหยิบจะสามารถหยิบได้หมายเลขที่แตกต่างกันทั้งหมดเท่าไร” (4 เหตุการณ์)</p>	<p>4. ครูถามนักเรียนว่าเหตุการณ์ที่หยิบได้ สลากหมายเลขคู่คือหยิบได้สลากหมายเลขใด (หมายเลข 2 และ 4)</p> <p>5. ครูครูถามนักเรียนว่าเหตุการณ์ที่หยิบได้ สลากหมายเลขคู่มีจำนวนเท่าใด (2 เหตุการณ์)</p> <p>6. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการ โดยสุ่มนักเรียนอธิบายให้เพื่อนฟัง</p> <p>7. ครูให้นักเรียนสรุปถึงวิธีการหาคำตอบร่วมกัน</p> <p>8. ครูยกสถานการณ์ที่ 2 และให้นักเรียนหาคำตอบพร้อมอธิบายวิธีการในชั้นเรียน</p> <p>9. ครูสุ่มนักเรียนที่มีวิธีการต่างจากเพื่อนมาอธิบายหน้าชั้น</p> <p>10. ครูให้นักเรียนทำใบงาน</p> <p>11. ครูให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของเพื่อนและสรุปคำตอบร่วมกัน</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>“เหตุการณ์ที่ได้สลากหมายเลขคู่คือหมายเลข ใดบ้าง และมีกี่เหตุการณ์อย่างไร”</p> <p>“ดังนั้นความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ได้ สลากหมายเลขคู่เป็นเท่าใด”</p> <p>Communication</p> <p>10. สุ่มนักเรียนอธิบายวิธีการของตน และให้ นักเรียนที่มีวิธีการหรือคำตอบแตกต่างจากเพื่อน โดยครูถามนักเรียนว่า</p> <p>“คำตอบที่ได้เหมือนหรือต่างกับเพื่อน หรือไม่อย่างไร”</p> <p>“มีวิธีการหาคำตอบอย่างไร”</p> <p>“วิธีการเหมือนหรือต่างจากเพื่อนหรือไม่ อย่างไร”</p> <p>“ในสถานการณ์นี้มีกี่วิธีในการหาคำตอบและ วิธีใดเหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผล”</p> <p>11. ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 2 และ 3 แล้วให้ นักเรียนคิดหาวิธีการหาความน่าจะเป็นของ เหตุการณ์โดยดำเนินตามข้อ 1- 10</p> <p>12. ครูให้นักเรียนทำใบงาน</p>	

3. ขั้นตอนปรัยสรุปผล

1. ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์
2. ครูแจกแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน พร้อมทั้งอธิบายแบบฝึกหัดให้นักเรียนเข้าใจ

สื่อการเรียนรู้

1. ใบงานเรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์
2. แบบฝึกหัดเรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน
3. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน
4. ตรวจใบงานและแบบฝึกหัดเรื่องการทดลองสุ่มและผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ใบงาน

เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง จงแสดงวิธีการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่อไปนี้

1. ถ้านำเหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท อย่างละหนึ่งเหรียญมาวางซ้อนกันบนโต๊ะ จะวางได้กี่วิธีและจงหาความน่าจะเป็นที่เหรียญ 5 บาทอยู่ตรงกลาง

สถานการณ์นี้ให้ทำอย่างไร.....

สถานการณ์นี้ให้หาอะไร.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ.....

2. นักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 200 คน ชอบเล่นฟุตบอล 85 คน ชอบเล่นบาสเกตบอล 94 คน และไม่ชอบเล่นกีฬาทั้งสองประเภท 6 คน สุ่มเลือกนักเรียนมา 1 คน ความน่าจะเป็นที่นักเรียนคนนี้จะชอบเล่นกีฬาทั้งสองประเภทเป็นเท่าใด

สถานการณ์นี้ให้ทำอย่างไร.....

สถานการณ์นี้ให้หาอะไร.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ.....

3. ชายคนหนึ่งโยนเหรียญ 1 เหรียญ ถ้าเหรียญขึ้นหัว เขาจะก้าวไปทางซ้าย 1 ก้าว ถ้าเหรียญขึ้นก้อย เขาจะก้าวไปทางขวา 1 ก้าว จงหาความน่าจะเป็นที่เขาจะกลับมาขึ้น ณ จุดเริ่มต้น หลังจากโยนไปแล้ว 4 ครั้ง

สถานการณ์นี้ให้ทำอะไร.....

สถานการณ์นี้ให้หาอะไร.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ.....

4. มีผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับรสชาติขนมยี่ห้อหนึ่งจำนวน 150 คน ซึ่งมี 94 คน ชอบรสชาบีคิว 86 คน ชอบรสดั้งเดิม และ 30 คน ชอบทั้งรสชาบีคิวและรสดั้งเดิม ถ้าสุ่มผู้ตอบแบบสอบถามมา 1 คน ความน่าจะเป็นที่ได้ผู้ตอบแบบสอบถามคนนี้ชอบรสชาติขนมเพียงรสชาบีคิว

สถานการณ์นี้ให้ทำอะไร.....

สถานการณ์นี้ให้หาอะไร.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ.....

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 10 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของ
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	P	r
1	0.61	0.33
2	0.69	0.50
3	0.67	0.33
4	0.72	0.44
5	0.64	0.39

ค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถ

สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right) \\
 &= \frac{56}{56-1} \left(1 - \frac{7.34}{22.69} \right) \\
 &= 1.02(1-0.32) \\
 &= 1.02(0.68) \\
 &= 0.694
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ความน่าจะเป็น

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างละเอียด แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน แบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 2 คะแนน
3. ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการแก้ปัญหานักเรียนจาก
 - การประเมินความเข้าใจปัญหา
 - การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - การสรุปคำตอบ

1. โรงเรียนกวดวิชาแห่งหนึ่งเปิดสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่ามีนักเรียนสมัครเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 90 คน และสมัครเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 75 คน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 100 คน ถ้าสุ่มนักเรียนมา 1 คน จงหาความน่าจะเป็นที่นักเรียนคนนั้นสมัครเรียนทั้งสองวิชา

1. สิ่ง โจทย์กำหนดให้

คือ.....

.....

.....

2. สิ่ง โจทย์ถามคือ.....

.....

3. นักเรียนใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ.....

4. นักเรียนมีขั้นตอนในการหาคำตอบคือ.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. แสดงวิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปได้ว่า.....

.....

2. ในการเล่นเกมนี้อีกครั้งหนึ่ง สุชาติจะได้รับเงิน 5 บาท ในการโยนเหรียญ 3 เหรียญ ถ้าเหรียญขึ้นหัวทั้งหมดหรือก้อยทั้งหมด แต่เขาต้องจ่ายเงิน 3 บาท ถ้าเหรียญขึ้นหัว 1 เหรียญ หรือ 2 เหรียญ ความน่าจะเป็นที่สุชาติจะได้รับเงินเท่ากับเท่าใด

1. สิ่ง โจทย์กำหนดให้

คือ.....

.....

.....

2. สิ่ง โจทย์ถามคือ.....

.....

3. นักเรียนใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ.....

4. นักเรียนมีขั้นตอนในการหาคำตอบคือ.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. แสดงวิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปได้ว่า.....

.....

ตารางที่ 11 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของ
แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	p	r
1	0.74	0.42
2	0.74	0.79
3	0.53	0.72
4	0.53	0.78
5	0.53	0.56
6	0.53	0.46
7	0.50	0.34
8	0.53	0.89
9	0.75	0.63
10	0.68	0.63
11	0.50	0.34
12	0.79	0.63
13	0.63	0.52
14	0.35	0.63
15	0.32	0.63

ข้อที่	p	r
16	0.53	0.65
17	0.54	0.64
18	0.79	0.21
19	0.74	0.29
20	0.53	0.42
21	0.53	0.36
22	0.66	0.47
23	0.53	0.54
24	0.34	0.72
25	0.53	0.47

ค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถ

สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right) \\
 &= \frac{56}{56-1} \left(1 - \frac{1.05}{3.61} \right) \\
 &= 1.02(1-0.29) \\
 &= 1.02(0.71) \\
 &= 0.724
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ความเป็น

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ 5 องค์ประกอบ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัด 2 องค์ประกอบ คือ
 - 1.1 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น
 - 1.2 การนิรนัย
 - ตอนที่ 2 เป็นแบบวัดแบบเติมคำตอบ วัด 3 องค์ประกอบ คือ
 - 2.1 การอนุมาน
 - 2.2 การตีความเพื่อลงข้อสรุป
 - 2.3 การประเมินข้อสรุป
2. ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ข้อละ 1 คะแนน
- ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ข้อละ 1 คะแนน

ตอนที่ 1 แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

1. ทอดลูกเต๋าทึงตรง 2 ลูก 1 ครั้ง พร้อมๆ กัน แล้ว “เหตุการณ์ที่นาวิสนใจมีจำนวน 11 เหตุการณ์”
ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นจริง

- ก. นาวิสนใจเหตุการณ์ที่ได้แต้มเดียวกันทั้งสองลูก
- ข. นาวิสนใจเหตุการณ์ที่ลูกเต๋าย่อยหนึ่งลูกหงายขึ้นแต้ม 4
- ค. นาวิสนใจเหตุการณ์ที่ลูกเต๋าย่อยหนึ่งลูกหงายขึ้นแต้ม 4
- ง. นาวิสนใจเหตุการณ์ที่ผลรวมของลูกเต๋าน้อยกว่า 5

2. กายเขียนตัวเลขแสดงจำนวนที่มีสองหลัก จากเลขโดด 1, 2, 3 และ 4 โดยเลขโดดที่ใช้จะต้องไม่ซ้ำกัน ถ้า “ความน่าจะเป็นที่กายเขียนจำนวนที่มีสองหลักเท่ากับ $\frac{3}{4}$ ” ข้อใดเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และเป็นไปได้ที่ทำให้การทดลองข้างต้นเป็นจริง

- ก. ความน่าจะเป็นที่กายสร้างจำนวนที่มากกว่า 30
- ข. ความน่าจะเป็นที่กายสร้างจำนวนที่มากกว่า 10 ไม่เกิน 30
- ค. ความน่าจะเป็นที่กายสร้างจำนวนที่มากกว่า 10 ถึง 40
- ง. ความน่าจะเป็นที่กายสร้างจำนวนที่ไม่เกิน 30

ด้านการนิรนัย

3. ลูกเต๋าทึงตรง 2 ลูก ถ้ากอล์ฟทอดลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน แล้วแต้มบนหน้าลูกเต๋าทึงสองเหมือนกันทั้งสองลูก จะได้ตุ๊กตาขนาดใหญ่ แต่ถ้าทอดแล้วแต้มบนหน้าลูกเต๋าทึงสองเป็นจำนวนคู่ จะได้ตุ๊กตาคขนาดกลาง และถ้าผลของการทอดลูกเต๋าทึงสองลูกออกมานอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น จะได้ตุ๊กตาคขนาดเล็ก จากสถานการณ์นี้นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร

- ก. ความน่าจะเป็นที่กอล์ฟจะได้ตุ๊กตาทึงสามแบบมีค่าเท่ากัน
- ข. ความน่าจะเป็นที่กอล์ฟจะได้รับตุ๊กตาคขนาดใหญ่มีค่ามากที่สุด
- ค. ความน่าจะเป็นที่กอล์ฟจะได้รับตุ๊กตาคขนาดกลางมีค่ามากที่สุด
- ง. ความน่าจะเป็นที่กอล์ฟจะได้รับตุ๊กตาคขนาดเล็กมีค่ามากที่สุด

4. ขายบัตรชมดนตรี 500 ใบ โดยระบุหมายเลข 1 ถึง 500 จากนั้นจับฉลากหางบัตรเพื่อแจกรางวัล เป็นโทรทัศน์ 5 รางวัล ถ้าแก้วและครอบครัวซื้อบัตร 10 ใบ จากสถานการณ์นี้นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร

- ก. แก้วและครอบครัวไม่ได้โทรทัศน์แน่นอน
- ข. แก้วและครอบครัวได้รับโทรทัศน์อย่างน้อย 1 เครื่องแน่นอน
- ค. แก้วและครอบครัวมีโอกาสน้อยที่จะได้โทรทัศน์
- ง. แก้วและครอบครัวมีโอกาสมากกว่าครึ่งที่จะได้รับโทรทัศน์

ตอนที่ 2 แบบวัดแบบเติมคำตอบ

ด้านการอนุมาน

ให้นักเรียน พิจารณาข้อสรุปว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ตั้งแต่ข้อ 5 – 6

5. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

A: ครอบครัวของดวงมีบุตร 3 คน

B: ครอบครัวของดวงมีบุตรคนโตกับคนกลางเป็นผู้ชายทั้งคู่

จึงสรุปว่าครอบครัวของดวงมีบุตรเป็นผู้ชายทั้งสามคน นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

- เป็นจริง เพราะ.....
- เป็นเท็จ เพราะ.....
- ไม่สามารถสรุปได้ เพราะ.....

6. กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ในการเล่นเกมหนึ่ง ถ้ามันสจะจะได้ลูกอมจากณรงค์ 3 เม็ด แต่ถ้าณรงค์จะจะได้ลูกอมจากมันส 1 เม็ด ถ้าค่าคาดหวังของมันสคือ 0.15 จึงสรุปว่าถ้าเล่นเกมนี้ไปเรื่อย ๆ มันสจะได้ลูกอมมากกว่าณรงค์ นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

- เป็นจริง เพราะ.....
- เป็นเท็จ เพราะ.....
- ไม่สามารถสรุปได้ เพราะ.....

ด้านการตีความเพื่อลงข้อสรุป

ให้นักเรียน ตัดสินคำกล่าวในแต่ละข้อว่าเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ตั้งแต่ข้อ 7 – 8

ข้อ 7 ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

ในการแข่งขันกีฬาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีการจัดแข่งขันฟุตบอลมีนักกีฬาของทั้ง 5 คณะสีลงแข่งขันประกอบด้วยทีมจากคณะสีแดง ชมพู เหลือง เขียว ฟ้า โดยแข่งแบบพบกันหมด

7. ถ้าสุรศักดิ์กล่าวว่า “เราอยู่คณะสีแดงไม่มีทางแพ้ทีมสีฟ้าแน่นอน” จากสถานการณ์นี้นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับคำกล่าวของสุรศักดิ์ได้อย่างไร

- เป็นจริง เพราะ.....
- ไม่เป็นจริง เพราะ.....
- ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสิน เพราะ.....

ข้อ 8 ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

จอยทำให้ออยสุมหีบแบ่งไม้ 3 แท่งจาก 5 แท่ง ที่ยาว 3,4,5,6 และ 7 หน่วย มาสร้างรูปสามเหลี่ยม ถ้าออยสร้างรูปสามเหลี่ยมได้จะให้ตุ๊กตากับออย แต่ถ้าสร้างไม่ได้ให้ออยต้องให้ตุ๊กตากับจอย

8. ถ้าออยกล่าวว่า “อย่ามาหลอกเลยไม่มีทางที่ฉันจะได้ตุ๊กตาจากเธอเลย เพราะไม่ว่าจะสุมได้แบ่งไม้ยาวเท่าไรก็ไม่สามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมได้” จากสถานการณ์นี้นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับคำกล่าวของออยได้อย่างไร

- เป็นจริง เพราะ.....
- ไม่เป็นจริง เพราะ.....
- ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสิน เพราะ.....

ด้านการประเมินข้อสรุป

ให้นักเรียน ตัดสินข้อสรุปในแต่ละข้อว่าข้อสรุปนั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่มีค่าน่าเชื่อถือ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ตั้งแต่ข้อ 9 – 10

9. หนึ่งกล่าวกับสองว่า “ในถุงใบหนึ่งมีลูกแก้วสีแดง 4 ลูก สีขาว 5 ลูก ถ้าหยิบลูกแก้วในถุงขึ้นมา 1 ลูก ความน่าจะเป็นที่หยิบได้ลูกแก้วสีแดงคือ $\frac{4}{5}$ ” สองตอบว่า “ไม่ใช่ ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้

ลูกแก้วสีแดง เท่ากับ อัตราส่วนของจำนวนลูกแก้วสีแดง ต่อจำนวนลูกแก้วทั้งหมด คือ $\frac{4}{9}$ ต่างหาก”

นักเรียนจะตัดสินคำกล่าวของหนึ่งและสองว่าอย่างไร

คำกล่าวของหนึ่ง

น่าเชื่อถือ เพราะ.....

ไม่น่าเชื่อถือ เพราะ.....

คำกล่าวของสอง

น่าเชื่อถือ เพราะ.....

ไม่น่าเชื่อถือ เพราะ.....

10. นวลทำสลากเลขสองตัว หมายเลข 00 ถึง 99 ขายสลากใบละ 10 บาท ถ้าสุ่มหยิบสลากขึ้นมา 1 ใบ แล้วได้สลากตรงกับหมายเลขของใครจะได้รับรางวัล 500 บาท และกล่าวกับน้อยว่า “ถ้าขายได้ทั้งหมดฉันจะได้เปรียบจากการขายสลากครั้งนี้” แต่น้อยกล่าวว่า “ถ้าฉันซื้อสลากสองตัว 50 ใบ จะได้เงินรางวัล 500 บาทแน่นอน” นักเรียนจะตัดสินคำกล่าวของนวลและน้อยว่าอย่างไร

คำกล่าวของนวล

น่าเชื่อถือ เพราะ.....

ไม่น่าเชื่อถือ เพราะ.....

คำกล่าวของน้อย

น่าเชื่อถือ เพราะ.....

ไม่น่าเชื่อถือ เพราะ.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุรชัย วงศ์จันเสื่อ เกิดที่จังหวัดลำพูน เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษาขั้นพื้นฐาน แขนงคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2553 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554