ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ว่าที่ร้อยตรี วัชรสันต์ อินธิสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-53-2072-2
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECTS OF USING THE GEOMETER' S SKETCHPAD ON THE DEVELOPMENT OF GEOMETRICAL CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARDS MATHEMETICS LEARNING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Acting2 Lt. Wajarason Indhison

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Mathematics Education
Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-53-2072-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
โดย	ว่าที่ร้อยตรี วัชรสันต์ อินธิสาร
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัชรสันต์ อินธิสาร : ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (THE EFFECTS OF USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD ON THE DEVELOPMENT OF GEOMETRICAL CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARDS MATHEMETICS LEARNING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. อัมพร ม้าคนอง ; 171 หน้า. ISBN 974-53-2072-2.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย :

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

3. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2547 จำนวน 60 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 5 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่ามัฌชิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ทดสอบค่าที (t – test) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (0ne – way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Sheffe′ method)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

4. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2547

4683744627 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEY WORD : GEOMETER'S SKETCHPAD, GEOMETRICAL CONCEPTS, ATTITUDES TOWARDS MATHEMETICS LEARNING

WAJARASON INDHISON : THE EFFECTS OF USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD ON THE DEVELOPMENT OF GEOMETRICAL CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARDS MATHEMETICS LEARNING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. AMPORN MAKANONG, 171 pp. ISBN 974-53-2072-2

The purposes of this research were :

1. to study geometrical concepts of lower secondary school students learning by using The Geometer's Sketchpad.
2. to compare geometrical concepts of lower secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements before and after learning by using The Geometer's Sketchpad.
3. to compare geometrical concepts among of the secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad.
4. to compare attitudes towards mathematics learning of the secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements before and after learning by using The Geometer's Sketchpad.
5. to compare attitudes towards mathematics learning among the secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad.

The subjects of this study were 60 mathayom suksa three students of Suranariwittaya School Nakhornrajasima Province. The research instruments were the attitude towards mathematics learning test and geometrical concept test. The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation, percentage, t-test, one way analysis of variance and Sheffe′ method.

The research results were revealed that :

1. geometrical concepts of lower secondary school students after learning by using The Geometer's Sketchpad met the criteria of 50 percent.
2. geometrical concepts of lower secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad were higher than that before using The Geometer's Sketchpad at 0.05 level of significance.
3. geometrical concepts of lower secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad were different at 0.05 level of significance. However, geometrical concepts of lower secondary school students with high mathematics learning achievements were higher than those of the medium and the low ones. Moreover, geometrical concepts of lower secondary school students with medium mathematics learning achievements were higher than those of the low ones.
4. attitudes towards mathematics learning of lower secondary school students with high and medium mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad were higher than that before using The Geometer's Sketchpad and those of students with low mathematics learning achievements were not different at 0.05 level of significance.
5. attitudes towards mathematics learning of lower secondary school students as classified by high, medium and low mathematics learning achievements after learning by using The Geometer's Sketchpad were different at 0.05 level of significance. However, attitudes towards mathematics learning of lower secondary school students with high mathematics learning achievements were higher than those of the medium and the low ones. Moreover, attitudes towards mathematics learning of lower secondary school students with medium mathematics learning achievements were higher than those of the low ones.

Department	Curriculum, Instruction, and Educational Technology	Student's signature……
Field of study	Mathematics Education	Advisor's signature……
Academic year	2004	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตาและกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก การดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาให้แนวคิดในการทำงานแบบนักวิจัย และให้คำปรึกษาในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ดูแล ห่วงใยและให้กำลังในการทำงาน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณผู้บริหาร คณาจารย์และนักเรียนโรงเรียนสุรนารีวิทยา โรงเรียนสุรนารีวิทยา 2 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2 และโรงเรียนบุญวัฒนา ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อภูมิธรรม ทองศรี คุณพ่อธีระพงศ์และคุณแม่ทองใบ อินธิสาร และขอขอบคุณ พี่ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่สนับสนุนและให้กำลังใจมาตลอด รวมทั้งขอบคุณน้องธัญญารัตน์ ธีรายน พี่ เพื่อนและน้องๆ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษาทุกคนที่ให้กำลังใจ และทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญแผนภาพ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 8

สมมติฐานของการวิจัย..... 8

ขอบเขตของการวิจัย..... 11

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์..... 14

การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์..... 14

การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต..... 19

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad..... 21

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต..... 24

ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต..... 24

ความสำคัญของมโนทัศน์..... 28

ประเภทของมโนทัศน์..... 29

การเรียนรู้มโนทัศน์และการสอนมโนทัศน์..... 30

การวัดมโนทัศน์..... 39

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์..... 41
ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์..... 41
ลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของเจตคติ..... 44
การสร้างเจตคติ..... 47
การเปลี่ยนแปลงเจตคติ..... 50
การวัดเจตคติ..... 52
ประโยชน์ของเจตคติ..... 56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 57
งานวิจัยในต่างประเทศ..... 57
งานวิจัยในประเทศ..... 59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 62
การศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 62
การออกแบบการวิจัย..... 63
การกำหนดประชากรและการเลือกตัวอย่างประชากร..... 64
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 65
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 74
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 76
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 75
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 93
สรุปผลการวิจัย..... 95
อภิปรายผลการวิจัย..... 96
ข้อเสนอแนะ..... 102
รายการอ้างอิง..... 103
ภาคผนวก..... 111
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 112
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย..... 114
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 126
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 149
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 171

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายชื่อไฟล์สำเร็จรูปที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม...	68
2	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ.....	80
3	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนมโนทัศน์ทาง เรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.....	81
4	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.....	82
5	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.....	83
6	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.....	84
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ.....	85

ตารางที่ **หน้า**

8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตามวิธีของเชฟเฟ่ 86

9 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad..... 87

10 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 88

11 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 89

12 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 86

13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ 90

14 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่ามัชฌิมเลขคณิต ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตามวิธีของเชฟเฟ่ 91

15 การกำหนดลักษณะข้อสอบ (Table of Specification) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม 150

ตารางที่ **หน้า**

16 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต 159

17 สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต 161

18 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง..... 164

19 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง 165

20 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ..... 167

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

แผนภาพที่ **หน้า**

1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของเจตคติ 46
2 การเกิดเจตคติ 47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม้โลกปัจจุบันจะก้าวหน้าไปไกลมาก มีสาขาวิชาใหม่ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา แต่วิชาหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นรากฐานและเป็นแกนสำคัญของความเจริญก้าวหน้าเหล่านั้น ก็คือ “วิชาคณิตศาสตร์” วิชาคณิตศาสตร์ไม่ใช่วิชาที่เกิดใหม่แต่เป็นวิชาที่เก่าแก่ที่ไม่มีวันตาย ซึ่งนับวันจะเจริญยิ่งขึ้น เนื่องจากมีการคิดค้นทฤษฎีใหม่ของนักคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา (สุวัฒนา อุทัยรัตน์, 2541: 1) ลักษณะเฉพาะของคณิตศาสตร์นั้นเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปและการนำไปใช้ประโยชน์ เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่สามารถใช้เพื่อการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 2)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากวิชาหนึ่งในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เข้าสู่สังคมใหม่ในยุคโลกาภิวัตน์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานและเครื่องมืออันจะนำมาซึ่งความรู้และศิลปะวิทยาการทุกแขนง นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ในการดำรงชีวิตเกือบทุกขณะ ปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวัน เช่น การดูเวลา รายรับรายจ่ายของครอบครัว และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศล้วนมีวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักของเหตุและผล และรูปแบบความคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2546: 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า “วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด การคิดทางคณิตศาสตร์นั้นต้องมีแบบแผนมีแบบรูป (Pattern) ทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริง ช่วยให้เป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ตลอดจนพยายามคิดสิ่งที่แปลกใหม่ และนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ“ ซึ่งความคิดเห็นดังกล่าวสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 1) ที่กล่าวไว้สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น

แก้ปัญหาเป็น และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็ยังเป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินนักเรียนนานาชาติตามโครงการ PISA (Programmed for International Student Assessment) ขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) โดยประเมินนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งถือว่าเป็นวัยที่จะจบการศึกษาภาคบังคับพบว่า นักเรียนไทยมีทักษะการรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547: 9-12) และผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับ ชาติพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GAT) และความถนัดทางการเรียน (SAT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับต่ำมากติดต่อกันหลายปี (สานปฏิรูป, 2547: 12-13) ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยอยู่ในระดับต่ำ

ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำนั้น อาจเป็นเพราะธรรมชาติของคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ต่างๆ ยากแก่การทำความเข้าใจนักเรียนจึงเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก (สมจิต ชิวปรีชา, 2528: 11-12) และเนื้อหาคณิตศาสตร์ยังมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ถ้าผู้เรียนไม่ตั้งใจเรียนตั้งแต่เริ่มต้นจะส่งผลให้ไม่อยากเรียน เบื่อชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์ ไม่ชอบทำงานที่ยากและท้าทาย และขาดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ สาเหตุอีกประการหนึ่งคือวิธีการสอนของครูยังใช้วิธีบอกความรู้โดยยึดวิชาเป็นตัวตั้ง ไม่ยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง วิธีการเรียนการสอนไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะช่างสงสัยและใฝ่หาคำตอบ (คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 1-3)

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาได้ตระหนักถึงปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาและปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสภาวการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะต้องปรับรูปแบบการสอนและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการในกระบวนการปฏิรูปการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 1-6) จึงกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาโดยเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม การจัดสาระการเรียนรู้จะต้องจัดให้สอดคล้องกับสาระในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆ อย่างอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรม ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องของผู้เรียน รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้น กลุ่มย่อย หรือรายบุคคล การจัดกิจกรรมการเรียนควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น รู้จักบูรณาการความรู้ต่างๆ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ รวมถึงการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินผลงาน และปรับปรุงงาน ตลอดจนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตและอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข เนื่องจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเกต การให้เหตุผลและหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรม หรือแบบจำลองต่างๆ ก่อน แล้วขยายความรู้สู่นามธรรมให้กว้างขึ้นสูงขึ้นตามความสามารถของผู้เรียน อาจจะเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงซึ่งเป็นรูปแบบที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำไปสู่การค้นพบจนได้ข้อสรุป หรือเรียนรู้จากการทดลองก็จะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การตั้งข้อคาดเดาหรือสมมติฐาน และการสรุป กระบวนการทดลองหรือปฏิบัติกิจกรรมทำให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ ได้ใช้เหตุผลอ้างข้อเท็จจริง ได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและเลือกใช้ยุทธวิธีใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของสภาครูคณิตศาสตร์ระดับชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ที่กล่าวว่า “การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการเปลี่ยนแปลงห้องเรียนไปสู่ห้องเรียนแบบทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้มีการทดลองและสำรวจทางคณิตศาสตร์ โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่นักเรียน เทคโนโลยีจะเป็นผู้ช่วยที่ยั่งยืนสำหรับครูในการปฏิรูปการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ”

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว การนำเทคโนโลยีเพื่อเป็นสื่อประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างน่าสนใจและสะดวกยิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วและกว้างขวางยิ่งขึ้น (ดนัย ยังคง, 2541: บทนำ) การใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สามารถใช้วิธีการใหม่ๆ ในการสอนมโนทัศน์ที่มีความสลับซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น นักเรียนมีโอกาสในการเรียนรู้มากขึ้น ตอบได้อย่างเป็นขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ ได้ง่ายขึ้น (ฉลอง บุญญานันต์, 2547: 55) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีการศึกษาเป็นอย่างมาก เพราะเทคโนโลยีการศึกษาเป็นปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นแบบมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะทำให้เกิดแนวคิดใหม่ทางการศึกษาและเปลี่ยนบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน (นิคม ทาแดง, 2545: 5) ในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ฉลอง บุญญานันต์ (2547: 52–53) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ถ้ามีวิธีการสอนและการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้วการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้จะสามารถช่วยให้นักเรียนปรับปรุงผลการเรียนรู้ของตนได้ดีขึ้น ดังรายงานการสังเคราะห์การวิจัย 176 เรื่อง ในประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับประสิทธิผลของเทคโนโลยีการสอนพบว่าวิธีการดังกล่าวเกิดผลดังนี้

1. มีผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) ของนักเรียนทุกระดับ

2. มีผลในทางบวกต่อเจตคติทางการเรียนของนักเรียนและต่อการรับรู้มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Self Concept) ของนักเรียน

3. มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้การเรียนรู้ที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) ยิ่งขึ้น ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Cooperative Learning) และช่วยเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครูได้มากขึ้น

ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนนาดา อังกฤษ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และมาเลเซีย ได้มีการพัฒนาบริบทในการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้สำคัญ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น คอมพิวเตอร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และมีผลต่อการยกระดับความรู้ของนักเรียน (NCTM, 2000) การสอนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการสอนผ่านจอภาพ (On – Screen Interactive Instruction) ที่มุ่งให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนเพราะมีการใช้สี ภาพลายเส้น เสียงดนตรี คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้มาก

ข้อมูลที่ได้ถูกต้องแม่นยำ จึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น (กิดานันท์ มลิทอง, 2543: 240) การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากอดีตใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instructions: CAI) เพื่อการทบทวนหรือซ่อมเสริมบทเรียนโดยนักเรียนจะเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ครูสร้างขึ้นหรือจัดหา ในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นแนวโน้มการใช้คอมพิวเตอร์ในอนาคตจะอยู่ในรูปแบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่เน้นเฉพาะสาขาวิชา ผู้เรียนมีส่วนช่วยกันทำงานกับคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาหรือศึกษาสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ มากขึ้น การนำคอมพิวเตอร์มาใช้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ดังที่บราดและวอลเตอร์ (Brad and Walter, 2001) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิตไว้สรุปได้ว่า

1. ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของลักษณะของปัญหากับรูปร่าง
2. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรขาคณิตในระดับที่สูงขึ้น
3. ช่วยให้นักเรียนแยกแยะภาพรวมและโครงสร้างของภาพเรขาคณิตได้
4. ช่วยพัฒนาและอนุมานอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของรูปเรขาคณิต

จากประโยชน์ดังที่กล่าว เอมบ์เซ (Embse, 1997: 404-408) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิตว่า “โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความต้องการจึงดีกว่าการใช้กระดาษและดินสอ ด้านการเรียนก็ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและนำไปประยุกต์ใช้ได้ ทำให้เป็นผู้มีศักยภาพในการแก้ปัญหาและมีจินตนาการทางเรขาคณิต”

มากกว่าทศวรรษที่คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในโรงเรียน มีซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตที่สามารถใช้เพื่อทดลองเกี่ยวกับเรขาคณิตเกิดขึ้นมากมาย โปรแกรมที่ถือว่ายอดเยี่ยม คือ Geometric Supposer , Geometry Grapher , LOGO และ The Geometer’s Sketchpad ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถหาใช้ได้ในปัจจุบัน สำหรับโปรแกรม Geometer’s Sketchpad เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Centered) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนึกภาพ(Visualization) ทักษะการใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ(Spatial Reasoning) ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) และทักษะเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) นอกจากนี้การใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้าน

เทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ การพัฒนาด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ได้รับรางวัลยอดเยี่ยมหลายรางวัล เช่น "Best Educational Software of All Time" จาก Stevens Institute of Technology Survey of Menixx Teachers และ Most Valuable Software for Students" จาก National Survey of Mathematics Teacher, U.S.A. ปัจจุบันได้นำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนมากกว่า 60 ประเทศ และกำหนดให้ใช้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์กว่า 10 ประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน อังกฤษ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา แคนนาดา เป็นต้น ได้แปลโปรแกรมเป็นภาษาต่างๆ 15 ภาษา ได้แก่ ฝรั่งเศส จีน สเปน เดนมาร์ก เกาหลี ญี่ปุ่น รัสเซีย นอรเวย์ เปรู ฟินแลนด์ อาหรับ เชคโก เยอรมัน อังกฤษ และไทย สำหรับประเทศไทยมีการสนับสนุนให้ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้ครองสิทธิ์ในการแปลเป็นภาษาไทยและการใช้โปรแกรมตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 และมีการจัดอบรมการใช้งานโปรแกรมให้กับสถาบันการศึกษาทุกระดับทั่วประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548)

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวเพื่ออธิบายเนื้อหาที่ซับซ้อนให้เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนมีเข้าใจง่ายขึ้น รวมทั้งนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ในส่วนของการใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิตโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถใช้สร้างรูปทางเรขาคณิต วัดหาขนาด สัดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง มุม และพื้นที่ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ทั้งยังช่วยสร้างรูปสองมิติและรูปสามมิติบนหน้าจอแล้วทำกิจกรรมสำรวจการยืด หด หมุน เลื่อนรูปในมุมมองต่างๆ เพื่อเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต พัฒนาความคิดด้านมิติสัมพันธ์ทางเรขาคณิตได้รวดเร็ว ตลอดจนนำไปสู่การค้นหา การพิสูจน์ทฤษฎีบทและสมบัติต่างๆ (วรรณวิภา สุทธเกียรติ, 2542: 2) ปัจจุบันโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ได้รับการพัฒนาให้ใช้งานได้สะดวกรวดเร็วขึ้นสามารถสร้างรูปเรขาคณิต วัดขนาด ความยาว และเคลื่อนรูปได้อย่างอิสระมากขึ้น นอกจากนี้ยังสนับสนุนการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษากล่าวคือ สามารถให้คำจำกัดความในเรื่องกราฟและมีการพัฒนาให้เป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์แบบขึ้นทำให้ใช้ได้กับวิชาทางพีชคณิต แคลคูลัส ได้เช่นเดียวกันกับเรขาคณิต และสามารถใช้งานได้หลากหลายด้วยเครื่องมือที่แสดงลักษณะเฉพาะ รวมทั้งสร้างแฟ้มเอกสารทางอิเลคทรอนิกส์ การออกแบบกิจกรรม การนำเสนอ แก้ไขการคำนวณ สร้างเป็นสคริปต์ไว้สำหรับศึกษาด้วยตนเองหรือการสรุปทบทวนเนื้อหาได้อีกด้วย

มอสส์ (Moss, 2000) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตไว้สรุปได้ว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ของเรขาคณิต พัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตมากขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู นักเรียน และคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

1. ช่วยในการพัฒนาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ช่วยสร้างความมั่นใจและแรงจูงใจในการเรียน
3. ช่วยให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะและความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น ยังสามารถทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความรู้สึกมั่นใจ มีแรงจูงใจ มีความวิตกกังวลน้อยลง มีความสนใจคณิตศาสตร์มากขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์อีกด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการพัฒนาความรู้ เข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตจะต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อฝึกการสังเกต การให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยสื่อเทคโนโลยีจะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้นและปัจจุบันการวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ โดยใช้เนื้อหาเรื่อง วงกลม ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 เพราะเนื้อหาดังกล่าวนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจทฤษฎีและสมบัติต่างๆ ด้วยการสร้างรูป วัดขนาดและความยาว และเคลื่อนรูป ซึ่งการเรียนปกติต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ผลการวิจัยที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์นำเทคโนโลยีไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

3. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

สมมติฐานของการวิจัย

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยสามารถปรับเปลี่ยนรูปได้ตามต้องการจึงดีกว่าการใช้กระดาษและดินสอ นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตได้ลึกซึ้งและนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มพูนความรู้ในการหาคำตอบที่หลากหลาย ทำให้มีศักยภาพในการแก้ปัญหาและมีจินตนาการทางเรขาคณิต (Embse, 1997: 408) ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาของสำนักทดสอบทางการศึกษาที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทำข้อสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (NT) ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GAT) วิชาคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.52 และ 34.99 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 ต่อเนื่องกันมาหลายปี (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547) และจากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ที่กำหนดให้นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำนั้น เนื่องจากการวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

การศึกษาผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของฟลานาเกน (Flanagan, 2001) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 มีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น และงานวิจัยของอัลเมคดาดี (Almeqdadi, 2000) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ได้ศึกษาจากงานวิจัยของจูลี่ (July, 2001) ซึ่งได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูปและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจอภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการเปรียบเทียบผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของฮานนาฟิน (Hannafin, 2004) ที่ได้ศึกษาผลของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้างจากแบบทดสอบระดับง่ายและยาก ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้เรื่อง

เส้นขนาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีคะแนนเฉลี่ยจากการจัดการเรียนรู้แบบไม่มีโครงสร้างสูงกว่าแบบมีโครงสร้าง ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยจากการจัดการเรียนรู้แบบมีโครงสร้างสูงกว่าแบบไม่มีโครงสร้าง เมื่อพิจารณาคะแนนจากการจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

การที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียนได้นั้นนักเรียนจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และได้รับการพัฒนาความรู้ด้านเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 94-95) ทั้งนี้การมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของนักเรียนด้วย ดังความคิดเห็นของยุพิน พิพิธกุล (2530: 232-237) ที่กล่าวถึงนักเรียนว่า นักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกัน นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์อยู่แล้ว ในขณะที่นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์อ่อนจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ดังที่โรเซนเบิร์ก (Rosenberg, 1963) ได้กล่าวไว้ว่า "เจตคติจะไม่เปลี่ยนถ้ายังมีความสอดคล้องกันระหว่างความรู้สึก หรืออารมณ์กับความรู้ ความเข้าใจ แต่ถ้าองค์ประกอบทั้งสองนี้ขัดแย้งกันจะต้องมีการเปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกัน" ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าเมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แล้วจะมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เปลี่ยนแปลงอย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของยูซิฟ (Yousif, 1997) ซึ่งได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อเจตคติทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่เรียนวิชาเรขาคณิตพื้นฐานในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐโอไฮโอ

ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยว่า

4. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงก็คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2530: 232) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันในด้านสติปัญญา อาจจะแบ่งนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม คือนักเรียนที่มีสติปัญญาเก่ง ปานกลาง และอ่อน นักเรียนที่มีสติปัญญาเก่งมักจะมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียน และมีเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีสติปัญญาปานกลางมักจะไม่แสดงความเด่นหรือด้อยออกมาจนเห็นได้ชัด และนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำมักจะมีเจตคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ คิดว่าตนเองเป็นผู้ล้มเหลวเสมอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นรายบุคคล และมีความสนใจที่จะศึกษาว่า นักเรียนที่มีความแตกต่างในด้านสติปัญญาจะมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

5. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครราชสีมา

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเรื่อง วงกลม ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตัวแปรตาม คือ 1) มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

2) เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (Version 4) รุ่นสาธิต โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการสร้างรูป ขั้นการทดลอง และขั้นการสรุป

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต (Geometrical Concepts) หมายถึง ความสามารถในการคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิตเรื่อง วงกลม อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนเรขาคณิตโดยสรุปความคิดความเข้าใจที่ได้เป็นนิยาม หลักการหรือทฤษฎี ทำให้สามารถอธิบายลักษณะ บอกความแตกต่าง จัดหมวดหมู่ สรุปลักษณะทั่วไป และนำมโนทัศน์ไปใช้ในการคิดคำนวณ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (Attitudes towards Mathematics Learning) หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะพึงพอใจ ไม่พึงพอใจ หรือเฉยๆ หลังจากมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ และกิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในทางใดทางหนึ่ง หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครราชสีมา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผู้วิจัยได้ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
2. การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต
3. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

1. ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
2. ความสำคัญของมโนทัศน์
3. ประเภทของมโนทัศน์
4. การเรียนรู้มโนทัศน์และการสอนมโนทัศน์
5. การวัดมโนทัศน์

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
2. ลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของเจตคติ
3. การสร้างเจตคติ
4. การเปลี่ยนแปลงเจตคติ
5. การวัดเจตคติ
6. ประโยชน์ของเจตคติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในต่างประเทศ
2. งานวิจัยในประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างรวดเร็วเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การนำเทคโนโลยีมาใช้จึงเป็นแนวทางที่ทุกประเทศนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ไวท์ (White, 2004: 45-47) ได้กล่าวถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ตรงตามมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ในอดีตนักการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการฝึกทักษะเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อตามทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorist Theories) ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเน้นหนักที่ความเชี่ยวชาญในทักษะต่างๆ ดังเช่น โปรแกรม ILS ต่อมา The Tool and Tutee Model ได้รับความนิยมแพร่หลายเนื่องจากเป็นรูปแบบที่ส่งเสริม การคิดระดับสูง (Higher Order Thinking) แนวคิดนี้มีทฤษฎีรองรับหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการประมวลผลสารสนเทศ (Information Processing) ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และทฤษฎีอภิปัญญา (Metacognition) การเปลี่ยนแปลงด้านนี้เกิดขึ้นสืบเนื่องจากความก้าวหน้าทางด้านฮาร์ดแวร์ กล่าวคือการมีหน่วยความจำที่ใหญ่ขึ้น ประมวลผลได้รวดเร็วขึ้น มีเทคโนโลยีไร้สายที่มีขนาดเล็กลง และมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านซอฟต์แวร์ (Dynamic Geometry Software) เช่น Cabri Geometer, The Geometer's Sketchpad Maple, Mathematica, Deric และ Java Applets การเปลี่ยนแปลงสู่แนวคิดนี้เป็นการสร้างแรงกดดันให้มีการเปลี่ยนแปลงจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของหลักสูตรคณิตศาสตร์ โดยลดความสำคัญของทักษะการคิดคำนวณลง เช่น การหารเศษส่วนและการดำเนินการทางพีชคณิต แต่มุ่งเน้นชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องใช้การสำรวจและการสืบเสาะหาคำตอบของปัญหา

ขณะเดียวกันการสร้างความสมดุลระหว่างความเชี่ยวชาญในทักษะพื้นฐานและการสร้างความรู้หรือการสำรวจหาความรู้ก็สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. เทคโนโลยีสามารถเสริมวิธีการสอนคณิตศาสตร์ตามปกติได้ เช่น บทเรียนที่เน้นทักษะและการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เช่น การสอนแบบสาธิต (Demonstration)

2. เทคโนโลยีสามารถทำให้การสอนคณิตศาสตร์ปกติดีขึ้น กล่าวคือ

- ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหา เช่น การแทนฟังก์ชันหนึ่งๆ ได้หลายรูปแบบทำให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจไปยังมโนทัศน์ (Concept)

- การใช้โปรแกรม Java Applets ทำให้การสอนเรื่อง เวกเตอร์ การแปลง แคลคูลัส และฟังก์ชันตรีโกณมิติเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา

3. เทคโนโลยีสร้างแนวทางใหม่ในการสอนคณิตศาสตร์ในลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

- เป็นกระบวนการเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้โดยการใช้คำถาม เช่น อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า..... (What if question)

- เป็นการเรียนการสอนที่เป็นพลวัต (Dynamic)

- ช่วยให้นักเรียนสร้างภาพ หรือมองเห็นอย่างเป็นรูปธรรม (Visual)

- เป็นการสอนที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interactive)

- การเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นสาระการเรียนรู้หลัก เช่น การออนไลน์เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนายุทธวิธีการคำนวณพีชคณิต

นอกจากนี้ ยังมีวิธีการสอนอีกหลายแบบที่สามารถบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าสู่ หลักสูตรคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

- การสืบเสาะความรู้ในห้องเรียนร่วมกัน (Interactive Class Investigation)

- การสาธิตในห้องเรียน (Demonstration)

- การใช้เวลานอกห้องเรียน (Boost)

เวอร์ไทเมอร์ (Wertheimer, 1990: 315) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจะช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการสำรวจ สืบเสาะ ตั้งข้อคาดเดา สร้างสรรค์ ค้นพบหลักการและตั้งข้อคาดเดาทั่วไป

2. เทคโนโลยีช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับกลุ่มสาระอื่นๆ

3. เทคโนโลยีช่วยให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้มากกว่าการเรียนปกติ

4. เทคโนโลยีช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5. เทคโนโลยีช่วยสนับสนุนให้ผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมเพื่อเอื้ออำนวยให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้

6. เทคโนโลยีช่วยทำให้ครูผู้สอนเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า นักเรียนคนใดต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ หรือนักเรียนคนใดมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เกพพัต (Kaput, 1998: 9) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและมีการปรับปรุงเนื้อหาในหลักสูตร นำสื่อการสอนที่ทันสมัยและเทคโนโลยีมาใช้ในการสอน เพราะการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสอนโดย

1. เปลี่ยนจากคณิตศาสตร์ของผลลัพธ์รูปแบบแบบปิดในสถานการณ์ปัญหาที่ถูกจำกัดไปเป็นคณิตศาสตร์ของผลลัพธ์แบบตัวเลขและกราฟิกในสภาพการณ์ที่เป็นจริงมากขึ้น

2. เปลี่ยนจากสถานการณ์ของรูปแบบที่มีส่วนปฏิสัมพันธ์เพียงเล็กน้อย ดังเช่นกรณีของพื้นฐานของคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิมในวิทยาศาสตร์กายภาพไปเป็นสถานการณ์ของรูปแบบที่มีหลากหลายปฏิสัมพันธ์ดังเช่นกรณีของสังคมศาสตร์

การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ จำเป็นต้องเปลี่ยนทั้งรูปแบบและวิธีการเรียนทำให้มีการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน

มากขึ้น โดยเฉพาะมีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการศึกษา ดังที่สมชาย ชูชาติ (2529: 8–18) ได้เสนอแนวทางในการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ใช้ในการสอนซ่อมเสริม เพื่อฝึกทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ควรเป็นโปรแกรมที่สามารถบ่งชี้ถึงข้อผิดพลาดของคำตอบ และแนะแนวทางหรือให้ข้อเสนอแนะเมื่อนักเรียนตอบผิด

2. การสอนรายบุคคล หรือเรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ต้องมีการวางแผนการใช้ให้ผสมผสานกับโปรแกรมการเรียนการสอนของโรงเรียนครูอาจจะใช้ในการเสริม แต่ไม่ใช่แทนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ

3. คณิตศาสตร์นันทนาการ โดยครูเลือกเกมที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดคำนวณ การคิดหาเหตุผลหรือตรรกะ(Logic) มีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับนักเรียน

4. การสอนคณิตศาสตร์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Mathematics) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยโรงเรียนอาจเปิดสอนวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกขึ้นในโรงเรียน เพื่อเสริมและขยายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการสอนอยู่ในชั้นเรียนปกติ

5. คอมพิวเตอร์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่เปิดสอนเป็นวิชาเลือก ดังนั้นจำเป็นต้องจัดให้มีการสอนภาษาคอมพิวเตอร์และการเขียนโปรแกรมก่อนการเรียนในภาคการศึกษานั้นๆ

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในอนาคต จะมีรูปแบบที่ต้องอาศัยฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเชื่อมโยงกับส่วนต่างๆ ได้รวดเร็วและกว้างขวางมากขึ้นไม่จำกัดในชั้นเรียนอีกต่อไป ดังนั้นอินเตอร์เน็ตจึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ดังที่กิดานันท์ มลิทอง (2548: 270) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยอินเตอร์เน็ตจะทำให้ผู้เรียนเปิดตนเองสู่โลกภายนอกด้วยหลากหลายวิธี เช่น

1. การติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ เพื่อปรึกษาความรู้ในลักษณะที่ปรึกษาบนเว็บ (web mentoring)

2. การติดต่อกับเพื่อนอิเล็กทรอนิกส์(e-penpals) เพื่อปรึกษาร่วมกันในการทำงาน

3. การใช้ความแตกต่างทางด้านภูมิศาสตร์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติด้วยการสำรวจบนเว็บ (web survey)

4. ค้นหาข้อมูลและทบทวนความรู้ด้านคณิตศาสตร์บนเว็บต่างๆ

5. การเรียนรู้สถิติเบื้องต้นผ่านทางผลการสำรวจความคิดเห็น (polling)

6. การสำรวจเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันและการเรียนแบบมีส่วนร่วม

7. การทำโครงการร่วมกันบนเว็บ เช่น “Connecting Math to Our Lives” โดยมีจุดมุ่งหมายช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีตรรกะด้วยการใช้เกมและเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่าย (www.iearn.org/projects/math.html)

คลีเม้นท์ (Clement, 2000: Abstract) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งสรุปได้ว่า เพื่อเป็นหลักในการทำแบบฝึกหัดอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาและการทำโครงงานคณิตศาสตร์ด้วย การเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนจากการใช้กระดาษและดินสอไปสู่การใช้คอมพิวเตอร์นั้น ครูจะต้องจัดรูปแบบการสอนที่ทันสมัยเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ค้นพบเช่นเดียวกันกับการสอนแบบเดิมๆ แต่มีเป้าหมายไปสู่การให้นักเรียนรู้จักหาเหตุผลและการพิสูจน์ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น

คณะกรรมการการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (The Mathematical Sciences Education Board : MSEB, 1991) กล่าวไว้สรุปได้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์จะส่งผลต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ เช่น สามารถแสดงรูปสามมิติที่ซับซ้อนเมื่อใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังสามารถช่วยผู้สอนได้อีกทางหนึ่ง เช่น ครูและนักเรียนสามารถทำการสำรวจร่วมกันได้เพราะคอมพิวเตอร์ สามารถจัดการในรูปกราฟิกและการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ

ฟลานาเกน และสภาครูคณิตศาสตร์ระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (Fanagan, 2001 and NCTM, 2000) ได้กล่าวว่า “คอมพิวเตอร์สามารถช่วยได้ทั้งการเรียนรู้ของนักเรียนและ

การสอนของครู" ดังนั้นการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในระดับลึกได้ (Clement, 2000: Abstract) รวมทั้งการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ก็สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการยกระดับความคิดของผู้เรียนได้เช่นกัน (Jonassen, 2000)

2. การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนเรขาคณิต

การนำซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลอง ปฏิบัติ สังเกต และสำรวจ เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ส่งเสริมให้เกิดวิสัยทัศน์ทางคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ตลอดจนการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2546: 128-129) ได้จำแนกซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการเรียนการสอนตามการผลิตซอฟต์แวร์ไว้ 3 รูแบบ คือ

1. ซอฟแวร์ที่ผู้ใช้ผลิตขึ้นเองทั้งหมด หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ครูหรือนักการศึกษาได้ดำเนินการในระบบการผลิตเองทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตร การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาเบสิก โคบอล ฟอร์แทน โลโก และแอสแซมบลี เป็นต้น

2. ซอฟต์แวร์ที่ครูปรับปรุงจากโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของตนเอง

3. ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ใช้สอนโดยตรง มีผู้ผลิตมาใช้เฉพาะเนื้อหาวิชานั้นๆ

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 265-266) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงเพื่อใช้ในการสอน ทบทวน และฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสมารถใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์ในการคำนวณ รวมถึงมองเห็นภาพพจน์เชิงวิทยาศาสตร์ การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยดึงดูดความสนใจและสร้างความกระตือรือร้นแก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก สามารถใช้ในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้เป็นอย่างดี ช่วยให้รู้สึกเป็นอิสระจากการคำนวณที่น่าเบื่อหน่ายทำให้มีสมาธิดีขึ้นในการแก้ปัญหา และช่วยให้เกิดจินตนาการของข้อมูลได้แจ่มชัดขึ้น โดยนำข้อมูลมาใช้ในการสอนเรขาคณิต และสถิติ เช่น

1. The Geometer's Sketchpad ใช้ในการสอนเรขาคณิตเพื่อสร้างรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ วัดหาขนาดส่วนของเส้นโค้ง เส้นตรง มุม และพื้นที่

2. Microsoft Excel, Lotus 1 – 2 – 3 ใช้ในการสอนสถิติเพื่อคำนวณข้อมูลในลักษณะตารางและสร้างเป็นกราฟรูปแบบต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว

3. Graphmatica และ Mathematica ใช้ในการสร้างกราฟสองมิติและสามมิติ มีการใช้สีเพื่อเปรียบเทียบได้ชัดเจน

นอกจากนี้ ยังมีซอฟต์แวร์อื่นๆ และบทเรียนซีเอไอในลักษณะการฝึกปฏิบัติ และเกมเพื่อการเรียนการสอนที่บรรจุในซีดีใช้ในการฝึกทักษะหรือการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ได้ด้วย

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542: 28–30) ได้กล่าวถึงซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิตสรุปได้ว่า ในระยะแรกเป็นการใช้ในการเขียนรูปต่างๆ บนจอภาพของคอมพิวเตอร์เริ่มจากโปรแกรมภาษาโลโก (Logo) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยโบลท์ (Bolt) เบราเนค(Beranek) นิวแมน (Newman) และสถาบันเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แห่งเมสซาชูเซต (Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory) ของประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงปลาย ค.ศ.1960 เป็นการใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์กราฟิกแสดงภาพรูปสามเหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า "เต่า" เคลื่อนไหวเป็นรูปเรขาคณิต ผู้ใช้ภาษาโลโกต้องมีความรู้ทางภาษาและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายๆ ปัญหาที่พบคือการเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง ต่อมามีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ โดยมีลักษณะที่อำนวยความสะดวกต่อการสร้างรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ มีค่าตัวเลขที่คำนวณได้ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ง่ายขึ้นในการเรียนการสอนเรขาคณิต ตัวอย่างเช่น

Geometric Supposers เป็นชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1985 โดยชวาท์ (Schwartz) และเยรูแชลมี (Yerushalmy) เพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นแอปเปิลทู (Apple II) เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์กราฟิกในการเคลื่อนไหวรูปต่างๆ ตามความต้องการ นอกจากนี้นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยฮาวาร์ดประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำมาใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเพื่อจัดการเรียนรู้ทางเรขาคณิตโดยใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอน ซึ่งนักเรียนสามารถตั้งข้อคาดเดาจากโจทย์ปัญหาและรวบรวมข้อมูลจากโปรแกรมดังกล่าวเพื่อพิจารณาตอบข้อคาดเดาที่ตั้งไว้

GeoDraw พัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1987 เหมาะสำหรับการสร้างรูปเรขาคณิตเบื้องต้นบนกระดานเรขาคณิต (Geoboard)

CABRI Geometry พัฒนาขึ้นเมื่อ ค.ศ.1989 โดยเกรบิล (Greable) ชาวฝรั่งเศส ใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตและง่ายต่อการใช้งาน สามารถใช้ร่วมกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟได้ด้วย

The Geometre's Sketchpad พัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1991 ใช้หาความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต ปัจจุบันได้พัฒนาให้ใช้ได้กับเนื้อหาด้านพีชคณิต และแคลคูลัส รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ เป็นต้น

นักวิชาการ นักวิจัย และผู้ปกครองในประเทศสหรัฐอเมริกาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในห้องเรียนว่า แม้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ต้องใช้การลงทุนสูงแต่ควรจัดคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนของครู เพื่อพัฒนาการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สามารถใช้ออกแบบและสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ของรูป สร้างข้อคาดเดาและทดสอบคุณสมบัติต่างๆ จะเห็นว่าซอฟต์แวร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ ทั้งยังช่วยให้การจัดการเรียนรู้ทางเรขาคณิตน่าสนใจกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเดิม สามารถจูงใจให้นักเรียนเข้าห้องเรียนเร็วขึ้น เรียนได้เต็มที่มากขึ้น และรู้สึกว่าตัวเองประสบความสำเร็จในการเรียน (Werheimer, 1990)

3. **โปรแกรม** The Geometer's Sketchpad

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยทั่วไปนิยมเรียกกันว่า Sketchpad หรือ GSP ในปัจจุบันประเทศต่างๆ ได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนมากกว่า 60 ประเทศทั่วโลก ทั้งยังได้บรรจุในหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับต่างๆ กว่า 10 ประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน อังกฤษ อเมริกา แคนนาดา ออสเตรเลีย เป็นต้น และได้มีการแปลโปรแกรมเป็นภาษาต่างๆ 15 ภาษา ได้แก่ ฝรั่งเศส สเปน เดนมาร์ก เกาหลี ญี่ปุ่น รัสเซีย นอรเวย์ ฟินแลนด์ อาหรับ เชคโก เปรู เยอรมัน จีน อังกฤษ และไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548)

ความเป็นมาของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1991 โดยแจคคิว (Jachiew) ในโครงการพัฒนาเรขาคณิตที่มองเห็นได้ (Visual Geometry Project) ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) ภายใต้การนำของคลอทซ์ (Klotz) แห่งวิทยาลัยสวาทมอร์ (Swartmore College) และชาทชไนเดอร์ (Schatschneider) แห่งวิทยาลัยมอราเวียน (Moravian College) ในรัฐแพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในระยะแรกซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นเป็นรุ่นเบต้า (Beta Version) เพื่อใช้กับเครื่องแมคอินทอช (Macinthosh) ต่อมาในปี ค.ศ.1993 ได้พัฒนาขึ้นสำหรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ (Window) ปี ค.ศ.1995 พัฒนาขึ้นเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ รุ่น 3 โดยมีสำนักพิมพ์ คีย์ เคอร์ริคิวลัม (Key Curriculum Press) เป็นผู้สนับสนุนในการจัดทำวีดิทัศน์ หนังสือเรียน และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ จึงทำให้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แพร่หลายในโรงเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิตนั้น ในระยะแรกกำหนดให้ใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิต ผลของการใช้ในเบื้องต้นสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตและเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (วรรณวิภา สุทธเกียรติ, 2542: 2) ปัจจุบันโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ได้รับการพัฒนาเป็นรุ่น 4

การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัยนั้น สำนักพิมพ์ คีย์ เคอร์ริคิวลัม (Key Curriculum Press) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถใช้กับเนื้อหาเรขาคณิตแบบ Euclidean หรือ Non–Euclidean พีชคณิต แคลคูลัส และตรีโกณมิติ ในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตนั้นโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่างๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดการสำรวจ และทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม โปรแกรม Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบ โดยนักเรียนจะเห็นภาพในตอนแรกแล้วทำการวิเคราะห์ปัญหา หลังจากนั้นนักเรียนจะตั้งข้อคาดเดาก่อนที่จะทำการพิสูจน์ในเรื่องนั้นๆ

กระบวนการเรียนรู้จากโปรแกรม Geometer's Sketchpad จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาพื้นฐานของตนเองในเชิงรูปธรรมก่อนแล้วค่อยๆ พัฒนาการเรียนรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ผู้ใช้จะสามารถสร้างรูปเรขาคณิต วัดขนาด สัดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง มุม และพื้นที่ได้รวดเร็วและถูกต้อง ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสร้างรูปสองมิติและสามมิติบนหน้าจอแล้วทำกิจกรรมสำรวจการยืด หด เลื่อน รูปในมุมมองต่างๆ เพื่อเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตได้รวดเร็ว นำไปสู่การค้นหาสมบัติต่างๆ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ดึงดูดความสนใจ เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ ซึ่งการเรียนรู้เรขาคณิตในลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนมองสิ่งต่างๆ รอบตัวได้อย่างมีความหมายมากขึ้น การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะช่วยให้การสร้างรูปได้รวดเร็วทำให้การแก้ปัญหาในเรื่องที่ยากและซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเวลาในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังใช้งานง่าย ใช้เวลาน้อยในการศึกษาวิธีการใช้งาน ผู้สอนสามารถทำเป็นสคริปต์ใช้ในการสาธิตหรือสรุปให้ผู้เรียนศึกษาตามเพื่อการทบทวนเนื้อหาได้

ลักษณะสำคัญของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีดังนี้

1. ความสามารถในการให้คำจำกัดความในเรื่องกราฟ และความแตกต่างของเครื่องมือที่สมบูรณ์แบบซึ่งพัฒนาให้ใช้ได้กับวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิต ตรีโกณมิติ พีชคณิต และแคลคูลัส อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับกลศาสตร์และวิชาศิลปะ

2. รูปแบบการเคลื่อนที่(Animation) ทำให้มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการใช้

3. สามารถใช้งานได้หลากหลายด้วยเครื่องมือลักษณะพิเศษเฉพาะ และสร้างแฟ้มเอกสารทางอิเล็กทรอนิกส์ การนำเสนอ และการออกแบบกิจกรรม การแบ่ง/ผสาน และแก้ไขในเรื่องการคำนวณ สามารถดัดแปลงให้ใช้งานได้ง่าย เป็นต้น

4. การใช้ในการคำนวณและฟังก์ชันต่างๆ ง่ายต่อการดัดแปลงรูป (Split/Merge)

5. ผู้ใช้สามารถบูรณาการไปสู่กิจกรรมทางเรขาคณิตบนเว็บ(Web – base) ได้

6. สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการของวินโดว์ (Window) และแมคอินทอช (Macintosh)

7. สามารถสร้างรูปที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

8. เพิ่มกราฟิกให้มีสีสันของวัตถุ ตัวอักษร และพื้นหลังที่น่าประทับใจ

9. ใช้เพิ่มสีในมิติพิเศษ (Parametric Colour) ในมุมมองที่มากขึ้น ทำให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในระดับเริ่มต้นและระดับสูง

10. สามารถเลือกวัตถุ (Multiple Objects) ได้ง่ายและมากขึ้น

การใช้งานโปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะใช้ในงานที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. สร้างรูปเพื่อศึกษาทฤษฎีของยูคลิดและนอกระบบยูคลิด โดยใช้เมนูคำสั่งเครื่องมือการวาดภาพในกล่องเครื่องมือ และคำสั่งในเมนูการสร้าง

2. ปรับเปลี่ยนรูปโดยใช้คำสั่งใน Transformation Menu ในการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การย่อขยาย และทำซ้ำ เพื่อกำหนด คำนวณ และบอกปริมาณต่างๆ

3. ป้อนข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางเรขาคณิต เพื่อให้แสดงในรูปการสร้างกราฟในระบบแกนมุมฉากหรือระบบโพลาร์

4. คำนวณและแสดงอนุพันธ์ของฟังก์ชันต่างๆ ทั้งในรูปของกราฟและสัญลักษณ์

5. สร้างภาพเคลื่อนไหวเพื่อแสดงกราฟของฟังก์ชันไซน์และสำรวจเอกลักษณ์ตรีโกณมิติ

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต (Geometrical Concept)

1. **ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต**

มโนทัศน์ (Concept)

ในโลกของเรามีสิ่งของต่างๆ อย่างไม่จำกัด มนุษย์สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งต่างๆ นั้นได้เพราะสามารถจัดรวบรวมสิ่งต่างๆ เหล่านั้นเข้าเป็นหมวดหมู่ไม่ว่าจะเป็นสิ่งของหรือสถานการณ์จำเป็นที่มนุษย์ต้องสามารถจำแนกให้เห็นความแตกต่าง หรือรวบรวมสิ่งที่คล้ายกันเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ได้ คำที่ใช้แทนลักษณะดังกล่าวนี้คือ มโนทัศน์ ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Concept

มาจากรากศัพท์ภาษาลาตินว่า Conceptus Concipere (conceive) ในประเทศไทยมีผู้ให้คำแปลไว้อีกว่า ความคิดรวบยอด แนวคิด สังกัป มโนมติ และมโนภาพ ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2528: 103) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะ จัดหมวดหมู่ของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันได้ โดยอาศัยลักษณะร่วมหรือลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้านั้นเป็นเกณฑ์ในการจัดรวมอยู่ในประเภทเดียวกัน และแบ่งแยกสิ่งเร้าที่ไม่มีลักษณะร่วมนี้ออกไว้ในประเภทอื่นๆ"

บุญชม ศรีสะอาด (2537: 28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกสิ่งต่างๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันของสิ่งต่างๆ ได้แก่ กลม เหลี่ยม สีน้ำเงิน ฯลฯ ซึ่งผู้มีมโนทัศน์จะสามารถระบุสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกัน เช่น ระบุว่าสิ่งที่มีลักษณะเป็นวงกลม ได้แก่ เหรียญบาท ยางรถยนต์ จานข้าว เป็นต้น"

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537: 175) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะร่วมของวัตถุหรือเหตุการณ์ประเภทเดียวกันหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ลักษณะร่วม ลักษณะนิยมของคุณสมบัติและธรรมชาติ"

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2538: 423) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจ ของคนที่มองเห็นความเหมือนของสิ่งเร้า และสามารถจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันไว้เป็นพวกเดียวกัน"

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542: 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ในองค์ความรู้ ซึ่งไม่ใช่ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปของคำหรือกลุ่มคำ"

สุรางค์ โค้วตระกูล (2543: 303) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์เป็นคำนามที่ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤติเป็นเกณฑ์"

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545: 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง การคิดถึงหรือจินตนาการถึงบางสิ่ง เป็นการเกิดแนวคิดหรือเกิดความเข้าใจต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 120) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ผลสรุปจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่างๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปเป็นแบบอันเดียวกัน”

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น”

จากความหมายของมโนทัศน์ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้า และสามารถแยกประเภทหรือจัดระบบของสิ่งเร้าต่างๆ โดยอาศัยคุณลักษณะเฉพาะที่มีร่วมกันหรือมีความสัมพันธ์กัน

สำหรับมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กูด (Good, 1959: 118) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญ ความเข้าใจที่เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน การให้เหตุผลอย่างมีระบบและคุณลักษณะภายนอกของสิ่งของ อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์แล้วนำลักษณะนั้น มาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

คูนีย์ เดวิส และเฮนเดอร์สัน (Cooney, Davis and Henderson, 1975: 85) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้โดยสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น เช่น การมีมโนทัศน์เรื่อง ฟังก์ชัน คือ นักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้

เบล (Bell, 1981: 124) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์มี 3 แบบ คือ

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ เป็นการจัดประเภทของจำนวน ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และการใช้สัญลักษณ์แทนจำนวน เช่น หก แปด IV เป็นต้น

2. มโนทัศน์ทางสัญกรณ์ เป็นข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความหมายและสมบัติของจำนวน เช่น การทราบว่าตัวเลขในจำนวน 275 ว่าตัวเลขแต่ละตัวหมายถึงอะไร เช่น 2 หมายถึง 200 , 7 หมายถึง 70 และ 5 หมายถึง 5 ดังนั้น 275 หมายถึง 200 + 70 + 5

3. มโนทัศน์ในการประยุกต์ เป็นการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์กับมโนทัศน์ทางสัญกรณ์ ไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาว พื้นที่ และปริมาตร เป็นต้น

เมธี ลิมอักษร (2524: 4) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยสามารถสรุปรวบยอดคุณสมบัติที่เป็นองค์ประกอบร่วมของสิ่งที่เราพบเห็น แล้วสามารถกำหนดสัญลักษณ์หรือความหมายแทนคุณสมบัติดังกล่าวได้ เช่น “รูปสามเหลี่ยม” หมายถึง รูปปิดที่ประกอบด้วยด้านสามด้าน เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย “$\triangle$” เป็นต้น

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตดังนี้ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้เรขาคณิต แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ

วินเนอร์ (Vinner, 1983: 293) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. บทนิยามมโนทัศน์ หมายถึง คำหรือข้อความที่ใช้สำหรับให้คำจำกัดความของมโนทัศน์

2. ภาพลักษณ์มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในใจ ซึ่งประกอบไปด้วยภาพ สัญลักษณ์ และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ

2. ความสำคัญของมโนทัศน์

การที่บุคคลจะเรียนรู้สิ่งใดๆ จะต้องมีมโนทัศน์ในสิ่งนั้นก่อนจึงจะสามารถจดจำและนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังที่ เดอ เซคโค (De Cecco, 1968: 402-416) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้สรุปได้ว่า

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่เราจะตอบสนองสิ่งเร้าทีละอย่างเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่างๆ เป็นกลุ่มทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่างๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน แล้วใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่งๆ เราสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่น รู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อเราพบสัตว์ประเภทเดียวกันก็จะแยกแยะได้

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใดแล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้นการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับรู้จักการแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนจะต้องอาศัยการสื่อสารกันในรูปการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

ออซูเบล (Ausubel, 1968: 505) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น”

สุรางค์ โค้วตระกูล (2543: 302) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่จะเผชิญได้ นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน”

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537: 57) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า “การเรียนรู้มโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อได้ประทะกับสิ่งเร้าใหม่ก็สามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เก่าที่มีอยู่ได้ง่าย”

มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิต เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิดในการเรียนรู้ในเรื่องใดๆ ช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วและมากขึ้น เมื่อมีการจัดระบบระเบียบของข้อมูลแล้วนำไปตั้งกฎเกณฑ์ หลักการ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ประเภทของมโนทัศน์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner, 1957: 41-43) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. มโนทัศน์ร่วมลักษณะ (Conjunctive Concepts) เป็นการมีลักษณะเฉพาะ (Attributes) ร่วมกันตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น สมุดสีเขียว ดอกไม้สีแดง หรือสิ่งเร้าที่พบเห็นโดยทั่วไปและคุ้นเคยในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะร่วมกันตามขนาด รูปร่าง สี เป็นต้น

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concepts) เป็นการเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน เช่น สัญลักษณ์ “O” อาจจะหมายถึง จำนวนเต็มศูนย์ (Zero) วงกลม ตัวอักษรโอในภาษาอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่ง

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relational Concepts) เป็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ สภาวะ หรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างหรือมากกว่า เช่น ภาษีเงินได้สัมพันธ์กับระดับของรายได้

บุญเสริม ฤทธาภิรมณ์ (2523: 9-11) ได้แยกประเภทของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท ในลักษณะที่คล้ายกัน ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะหลายๆ อย่างร่วมกัน ทำให้ง่ายในการเรียนรู้

2. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะหรือคุณค่าที่แตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ

3. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนทัศน์ที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่านต่างๆ ของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวที่มีความซับซ้อนกว่าสองประเภทแรก

ประยูร อาษานาม (2537: 21) ได้แยกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ (Qualitative Concepts) เป็นการจำแนกสิ่งต่างๆ ตามขนาด รูปร่าง และสี เป็นต้น ซึ่งสามารถรับรู้สัมผัสได้

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concepts) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับ

จากการแบ่งประเภทของมโนทัศน์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งเป็นมโนทัศน์ที่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ และมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ต้องอาศัยการวิเคราะห์ โดยพิจารณาว่ามีลักษณะร่วมกันหรือแตกต่างกัน

4. การเรียนรู้มโนทัศน์และการสอนมโนทัศน์

การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนของครูทุกระดับการศึกษา เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานสำคัญของความคิดมนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานเพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

การเรียนรู้มโนทัศน์ (Learning Concepts)

ออซุเบล (Ausubel, 1968) ได้สรุปไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์อาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

1. Concept Formation หมายถึง การเรียนรู้มโนทัศน์จากประสบการณ์ของการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบหรือใช้วิธีอุปมาน (Inductive Process) ตัวอย่างเช่น เด็กที่เรียนรู้มโนทัศน์ของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น หมวก และรองเท้า โดยการมีประสบการณ์ว่าถ้าจะออกไปข้างนอกจะต้องสวมหมวกที่ศีรษะ สวมรองเท้าที่เท้า เป็นต้น เด็กจะรับรู้รูปร่างของหมวกและคำว่าหมวกแทนสิ่งที่ตนรับรู้และมีมโนภาพ

2. Concept Assimilation เป็นกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์แบบอนุมาน (Deductive Process) โดยทราบคำจำกัดความของมโนทัศน์พร้อมกับตัวอย่างของมโนทัศน์และคุณลักษณะวิกฤติ (Critical Attributes) ของมโนทัศน์นั้น เด็กโตและผู้ใหญ่ใช้กระบวนการ Concept Assimilation นี้

เฟรเยอร์ เฟรดเดอร์ริค และ ครอสไมเออร์ (Frayer, Fredrick and Klausmeier, 1969) ได้ศึกษาการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มหนึ่งในโรงเรียนและได้ติดตามผลระยะยาว (Longitudinal Study) พบว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ผู้เริ่มเรียนเรียนตามขั้นพัฒนาของสติปัญญาและได้แบ่งขั้นกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์ออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการเรียนรู้ขั้นรูปธรรม (Concrete Level process)

2. กระบวนการเรียนรู้ขั้นเหมือน (Identity Level process)

3. กระบวนการเรียนรู้ขั้นที่จะสามารถแบ่งสิ่งต่างๆเป็นจำพวกที่มีคุณลักษณะวิกฤติเหมือนกัน (Beginning Classificatory Level)

4. กระบวนการเรียนรู้ขั้นสูงสุด (Formal Level process)

การสอนมโนทัศน์ (Teaching Concepts)

เฟรเยอร์ เฟรดเดอร์ริค และ ครอสไมเออร์ (Frayer, Fredrick and Klausmeier, 1969) ได้แบ่งการสอนมโนทัศน์ออกเป็น 3 รูปแบบ (Models) คือ 1) การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและ

ขั้นเหมือน 2) การสอนมโนทัศน์ประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น 3) การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า

การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน เป็นการสอนมโนทัศน์ในขั้นต้นที่ผู้สอนควรเริ่มจากการใช้ของจริง และยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. แสดงตัวอย่างซึ่งอาจเป็นของจริงหรือรูปภาพพร้อมกับมีของที่เหมือนกับตัวอย่างไว้หลายๆ อย่าง เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรจะให้ตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต่าง ขนาดและต่างสี และขณะเดียวกันมีของที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น สามเหลี่ยม หรือวงกลมให้ดูด้วย เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความแตกต่าง

2. ในขณะที่แสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดู ครูจะต้องบอกชื่อมโนทัศน์พร้อมๆ กับตัวอย่าง เช่น ถ้าให้ตัวอย่าง “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรจะบอกว่า “นี่คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ต่อจากนั้นชี้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพร้อมถามนักเรียนว่า “นี่คือรูปอะไร” หรือ “เราเรียกรูปนี้ว่าอะไร”

3. ครูจะต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด โดยบอกว่า “ถูกแล้วเราเรียกรูปนี้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะต้องบอกให้ทราบ การบอกให้นักเรียนทราบทันทีว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด จะช่วยให้นักเรียนจำสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น

4. ครูควรจะแสดงรูปภาพ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่มีขนาดต่างไปหรือสีต่างไปให้นักเรียนดูและถามให้นักเรียนบอกว่าคืออะไร

5. ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนนักเรียนซ้ำตั้งแต่ขั้นหนึ่งถึงขั้นสี่ก็ควรทำเพื่อความแน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ครูตั้งใจจะสอน

การสอนมโนทัศน์ประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น เป็นการสอนที่ให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมานเพื่อแยกแยะได้ว่าสิ่งใดใช่มโนทัศน์และสิ่งใดไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียนโดยยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ครูยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ต้องการจะเสนอพร้อมกับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างสัก 2-3 ชนิด เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูอาจให้ผู้เรียนดูตัวอย่างของ “รูป

สี่เหลี่ยมจัตุรัส” และสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ารูปต่างๆ รวมทั้งรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าที่เกือบจะเหมือนกับ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

1. ช่วยหรือแนะนำให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมาน เพื่อหาคุณลักษณะพิเศษของรูป“รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เป็นต้นว่าอาจให้นักเรียนวัดด้านทั้งสี่ของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เพื่อค้นพบว่า ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากัน นอกจากนี้อาจจะให้นักเรียนค้นพบเองหรือครูช่วยแนะให้วัดมุมทั้งสี่เพื่อค้นพบว่ามีมุมเท่ากันสี่มุม

2. ลองให้นักเรียนให้คำจำกัดความของ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ด้วยตนเองแม้ว่าคำจำกัดความจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม แต่อย่างน้อยนักเรียนควรจะบอกคำจำกัดความได้ตามที่ค้นพบในขั้นสอง คือ เป็นรูปที่มีด้านเท่ากันสี่ด้าน และมีมุมเท่ากันสี่มุม

3. ให้นักเรียนชี้รูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่อยู่รวมกับรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่นๆ โดยใช้คุณลักษณะวิกฤติที่นักเรียนค้นพบในขั้นสองเป็นเกณฑ์

การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง เป็นการสอนมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจและใส่ใจในมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ โดยบอกชื่อมโนทัศน์ที่จะเรียน เช่น บอกว่าวันนี้เราจะเรียนรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ให้คำจำกัดความของรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” และชี้ให้เห็นคุณลักษณะวิกฤติของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

2. ให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่จะให้นักเรียนเรียนรู้พร้อมกับให้สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง โดยให้ดูรูปภาพหรือของนั้น

3. ช่วยนักเรียนให้ใช้ความคิดตั้งคำถามที่จะทำได้สามารถบอกชื่อและมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ได้ ตัวอย่างคำถามที่จะใช้ทายชื่อของมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” มีดังต่อไปนี้

ก. เป็นรูปหน้าราบใช่ไหม

ข. เป็นรูปปิดทุกด้านใช่ไหม

ค. เป็นรูปที่เรียบง่ายใช่ไหม

ง. มีสี่ด้านใช่ไหม

จ. ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากันไหม

ฉ. มุมทั้งสี่มุมเท่ากันหรือไม่ ถ้าคำตอบของทุกข้อบอกว่า “ใช่” มโนทัศน์คือ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

4. ช่วยให้ผู้เรียนใช้คำจำกัดความของมโนทัศน์ และคุณลักษณะที่สำคัญ หรือวิกฤติของมโนทัศน์โดยคำพูดของนักเรียนเอง แต่ในขั้นนี้ครูควรจะตั้งความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในคำจำกัดความได้

5. ครูควรจะพยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้แล้วในการแก้ปัญหา

6. ครูควรจะบอกให้ผู้เรียนทราบความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนให้มานั้นผิดหรือถูก

เดอ เซคโค (De Cecco, 1968: 402-416) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ซึ่งผู้สอนควรปฏิบัติตาม 9 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุพฤติกรรมที่คาดหวังให้ชัดเจน เมื่อเรียนมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งจนจบแล้วจะต้องระบุว่านักเรียนจะทำอะไรได้บ้าง

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียนเน้นลักษณะที่เด่นๆ และสำคัญ โดยจัดลำดับหรือหมวดหมู่เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่ายขึ้น

3. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายในการสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ถูกต้อง

4. เสนอตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของมโนทัศน์ให้มากเพียงพอ เพื่อให้นักเรียนได้สังเกต สรุปลักษณะของมโนทัศน์ และแยกแยะลักษณะที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง

5. เสนอตัวอย่างทางบวกและทางลบที่ละอย่างพร้อมกัน หรือในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน

6. เสนอตัวอย่างทางบวกใหม่ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดทั่วไป และตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่

7. เสนอตัวอย่างใหม่ๆ ทั้งทางบวกและทางลบหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างในทางบวกที่เกี่ยวข้องกันเท่านั้น

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น

9. ให้นักเรียนลองใช้มโนทัศน์ที่เรียนมาแล้ว และให้แรงเสริมในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ ของนักเรียน

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2538: 423-426) กล่าวถึงวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นว่า เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถจะทำอะไรได้บ้าง

2. วิเคราะห์สิ่งที่ครูจะทำการสอน โดยเน้นถึงลักษณะที่เด่นและสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นได้ชัดเจน

3. ครูให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ที่จะสอน โดยแนะให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะร่วมที่เด่น ดังนั้นการใช้สื่อทางภาษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนมโนทัศน์ เพราะผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่างๆ ให้มาก

4. นำตัวอย่างมาแสดงหรือยกตัวอย่างมาประกอบการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็น สำหรับตัวอย่างที่เสนอนั้นอาจยกมาทีละตัวอย่างหรือยกมาหลายๆ ตัวอย่างพร้อมกันก็ได้ แต่ตัวอย่างที่นำมาเสนอนั้นควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป เพื่อนักเรียนจะได้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวนั้นได้ถ่องแท้ขึ้น

5. ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและตอบคำถามของครู เมื่อผู้เรียนสามารถตอบคำถามของครูได้ถูกต้องครูก็ควรจะให้คำชมเชยผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจที่จะเรียนรู้ต่อไป เพราะการเสริมแรงโดยสม่ำเสมอทุกระยะเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์

6. ครูควรทดสอบการเรียนมโนทัศน์ โดยให้ผู้เรียนดูตัวอย่างทั้งในทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แล้วให้ผู้เรียนเลือกว่าตัวอย่างไหนใช่ ตัวอย่างไหนไม่ใช่

7. ครูจะต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนไปแล้ว โดยสรุปเป็นคำพูดของผู้เรียนเอง

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics Concepts)

อัมพร ม้าคนอง (2546: 25-26) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นการวางแผนการสอน ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญของมโนทัศน์ กฎของความเป็นมโนทัศน์ตัวอย่างมโนทัศน์และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างแต่คล้ายคลึง คำถามและทิศทางที่จะเน้นสื่อการเรียนรู้ ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ ระดับที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

ขั้นการสอน กิจกรรมที่จัดเพื่อสอนมโนทัศน์ควรรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

การนำเข้าสู่มโนทัศน์ การให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างตามลำดับอันควร การฝึกการคิดเชิงเปรียบเทียบ การกระตุ้นให้ผู้เรียนถาม และการประเมินระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียน

ขั้นการประเมินผล ควรประเมินในประเด็นสำคัญๆ ดังต่อไปนี้

ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์ การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่น และการใช้มโนทัศน์

ตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้ในการจำแนก

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธีที่เป็นวิธีสอนหลักๆ ก็คือ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ และการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนแบบอุปนัย (Inductive) เช่น โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเล่ย์ แมทซีนสกี (Lasley Matczynski, 1997) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) การผลิตข้อมูลจากผู้เรียนหรือผู้สอน โดยผู้สอนทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้เป็นสิ่งที่ต้องการหรือไม่ และเพียงพอหรือยัง

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ผู้เรียนจำแนกข้อมูลที่มีลักษณะร่วมกันว่ามีลักษณะตามมโนทัศน์ที่เรียนหรือไม่ แล้วแยกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้เกณฑ์หรือหลักการตามการรับรู้ของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทข้อมูล (Expanding the Category) ผู้สอนทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่ม แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริงและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่างๆ ของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ให้นักเรียนสร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปความหมายของประเภทที่จัดและการถ่ายโยงความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งเป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ (Moves)

มูฟ (Moves) หมายถึง รูปแบบของภาษาที่ใช้ในการอธิบายหรือบอกความรู้

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ เป็นการพัฒนาวิธีการสอนของคูนี เดวิด และเฮนเดอร์สัน (Cooney, Davis and Henderson, 1983: 92) มีกระบวนการสอนอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การสอนมโนทัศน์ (Teaching) การนำเสนอมโนทัศน์ (Present) และการให้ความกระจ่างเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Clarify) ในการสอนจะแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

1. การให้บทนิยาม (Defining) สำหรับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณลักษณะที่เด่นชัดจำเป็นต้องให้บทนิยาม แต่ในมโนทัศน์ที่มีคุณลักษณะะไม่ชัดเจนอาจจะไม่ต้องแสดงก็ได้

2. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ (Stating a Sufficient Condition) การให้เงื่อนไขที่เพียงพอจะช่วยให้นักเรียนจะสามารถหาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

3. การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่าง หรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Example or More Examples) การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้นและชัดเจนขึ้น แต่ในมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากอาจจะอาจจะไม่สามารถใช้ได้

4. การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Example With a Reason) การให้นักเรียนให้คำอธิบายว่าเหตุใดสิ่งที่ยกมาจึงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ การให้เหตุผลเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ วิธีนี้เหมาะกับนักเรียนที่เรียนช้า

5. การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง (Comparing and Contrasting) ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่คุ้นเคยมาก่อนแล้วค่อยๆ ให้สิ่งที่ค้นเคยน้อยลง จนนักเรียนมองเห็นสิ่งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันแล้วนำคุณลักษณะนั้นมาเปรียบเทียบกัน

6. การยกตัวอย่างค้าน (Giving a Counterexamples) ให้ตัวอย่างที่แสดงการพิสูจน์แย้งนัยทั่วไปที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างค้านจะแสดงได้ในสองลักษณะ คือ ยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

7. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น (Stating a Necessary Condition) การให้นักเรียนทราบเงื่อนไขที่จำเป็นเพื่อจะทำความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น เช่น นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านสองด้านขนานกันจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็น คือ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมนั้นจะต้องขนานกันด้วย

8. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Stating a Necessary and Sufficient Condition) การให้นิยามของบางมโนทัศน์อาจจะต้องผ่านมโนทัศน์อื่นจึงจะชัดเจน จึงจำเป็นต้องกล่าวถึงเงื่อนไขนั้นให้เพียงพอ

9. การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Non-example or More Non-examples) การเรียนรู้มโนทัศน์อาจจะต้องใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างควบคู่กันไป จนนักเรียนสรุปเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้ การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้นได้กระจ่างชัดขึ้น ควรใช้หลังจากให้บทนิยามแล้วและเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขที่จำเป็น

10. การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Non-example With a Reason) การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขที่จำเป็นกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

11. การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Giving a Characteristic With Is Neither Necessary Nor Sufficient Condition) บางครั้งในการสอนผู้สอนจำเป็นต้องยกสิ่งที่เป็นคุณลักษณะของมโนทัศน์แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

ในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมควรที่ผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหานั้นๆ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจความหมายอย่างลึกซึ้ง

5. การวัดมโนทัศน์

เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้มโนทัศน์แล้ว การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้เรียนลึกซึ้งเพียงใดจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

วิลสัน (Wilson, 1971: 645-670) ได้จัดให้การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ และให้ความหมายของความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

ชวาล แพรัตกุล (2520) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ว่า เป็นการวัดที่อยู่ในระดับสูงสุดของการวัดความรู้ ความจำ ยังไม่ถึงขั้นที่ใช้ความคิดซึ่งวัดได้ใน 2 ลักษณะ สรุปได้ดังนี้

1. การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่างๆ
2. การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้นๆ

ลักษณะที่ 1 การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่างๆ

หลักวิชา (Principle) หมายถึง คติ หลักการ หรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลายๆ มโนทัศน์มารวมกัน ซึ่งมีที่มาและลักษณะ ดังนี้

1) เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่เคยปรากฏมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะสามารถมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ สิ่งใดที่มีเพียงชิ้นเดียว หรือเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวไม่ถือว่ามีมโนทัศน์ เช่น ในอวกาศมีดวงอาทิตย์ของจักรวาลเพียงดวงเดียว

และไม่มีจักรวาลอื่นใดอีก อย่างนี้เป็นความจริงเพียงหนึ่งเดียวจึงไม่สามารถเขียนคำถามวัดมโนทัศน์ได้ เพราะไม่สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

2) เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่ปรากฏขึ้น แต่ละครั้งจะต้องเกิดกันคนละที่แต่จะมีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น ดาวเคราะห์ซึ่งมี 9 ดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์จะอยู่กันคนละที่และไม่เหมือนกันแต่ทุกดวงจะมีลักษณะร่วมกัน คือ ไม่มีแสงในตัวเอง มีสัณฐานกลม และหมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น ลักษณะร่วมเหล่านี้ถือว่าเป็นมโนทัศน์ของดาวเคราะห์

การขยาย (Generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่องใดๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้นๆ ซึ่งบุคคลนั้นจะต้องสามารถสร้างมโนทัศน์หรือคัดเลือกใจความสำคัญของเรื่องให้ได้เสียก่อน เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป

ลักษณะที่ 2 การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้นๆ

เป็นการวัดเกี่ยวกับคติหรือหลักการของหลายสิ่ง หลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวและอยู่ในสกุลเดียวกันด้วย เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างของหลักวิชานั้นๆ

เฟรเยอร์ เฟรดเดอร์ริค และ ครอสไมเออร์ (Frayer, Fredrick and Klausmeier, 1969) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 โดยใช้สื่อการสอนและได้พัฒนารูปแบบการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นก่อนแล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้นๆ แบบทดสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์ควรประกอบด้วย

1. คุณลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์
2. สิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์
3. คุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์หรือไม่สัมพันธ์กัน
4. คำจำกัดความของมโนทัศน์
5. การนำมโนทัศน์ไปสู่หลักการ

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่าในการวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจหรือความรู้ ความจำที่วัดได้ใน 2 ลักษณะ คือ การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา และการวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้างของหลักวิชา ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นก่อนแล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเจตคติและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอดังต่อไปนี้

1. **ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์**

เจตคติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Attitude มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า Aptus แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม ในประเทศไทยมีคนให้คำแปลไว้อีกว่า ทัศนคติ เจตนคติ เป็นต้น มีความหมายตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2535 ว่า ท่าที่ ความรู้สึก แนวความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นอกจากนี้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

อัลพอร์ต (Allport, 1967: 256) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติเป็นสภาวะความพร้อมทางจิตใจและประสาท ซึ่งเกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่เป็นตัวกำหนดทิศทางการตอบสนองของบุคคลที่มีต่อสิ่งหรือสถานการณ์ต่างๆ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น”

อนาสเตซี (Anastasi, 1967: 470) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติเป็นความโน้มเอียงที่จะมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อกลุ่มของสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบ เช่น เชื้อชาติ ประเพณี หรือสถาบันต่างๆ โดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกทางภาษาและท่าทาง”

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 6-7) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติมีความหมายอยู่ 2 ประการ คือ เจตคติเป็นความพร้อมที่จะตอบสนองและความสม่ำเสมอของบุคคลในการที่จะตอบสนองต่อบุคคล หรือต่อสภาพของสังคมนั้น”

กูด (Good, 1973: 94) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติ หมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจจะเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่าง บุคคล หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น รักหรือเกลียด กลัวหรือกล้า พอใจหรือไม่พอใจมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้นๆ”

เทอร์สโตน (Thurstone, 1982: 531) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติเป็นผลรวมทั้งหมดของมนุษย์เกี่ยวกับความรู้สึก อคติ ความคิด ความกลัวต่อบางสิ่งบางอย่าง การวัดสามารถทำได้โดยการวัดความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ เพราะเจตคติเป็นระดับความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกและลบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง”

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528: 230) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติ หมายถึง ความพร้อมของร่างกายและจิตใจที่มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใดๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป”

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2531: 108) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติ หมายถึงการเตรียมพร้อมแห่งสภาพจิตใจของบุคคลในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เจตคติเป็นอารมณ์ที่มีอยู่ในทุกคนในระดับที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ผลักดันบุคคลให้แสดงปฏิกิริยาตอบสนองสิ่งเร้าต่างๆ ในลักษณะที่พึงพอใจหรือไม่พอใจก็ได ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล”

ปรียาภรณ์ วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 208) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับรู้หรือประเมินเหตุการณ์ในสังคมนั้น แล้วเกิดอารมณ์ความรู้สึกควบคู่ไปกับการรับรู้นั้นและมีผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของบุคคล ดังนั้นเจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายนอกที่อาจจะสังเกตได้ หรือเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2543: 366) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า เจตคติเป็นอัชฌาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด บุคคลใดมีเจตคติบวกต่อสิ่งใดก็จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยงสิ่งนั้น เจตคติจึงเป็นสิ่งที่เรียนรู้และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เจตคติ (Attitude) หมายถึง สภาพความพร้อมทางจิตใจหรือความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิด หรือประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งจะสนองต่อสิ่งนั้นในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

จากความหมายของเจตคติข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความหมายว่า “เจตคติต่อคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพความพร้อมทางจิตใจหรือความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิด หรือประสบการณ์ที่มีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะตอบสนองในทางบวกหรือลบต่อความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ “ การปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์มีความสำคัญเช่นเดียวกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนจะต้องจัดให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนนั้นโดยมีเจตคติในทางบวก

อุทุมพร จามรมาน (2532: 3) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อการเรียนสรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนประกอบด้วย เจตคติต่อบุคลิกภาพของครู วิชาที่เรียน การสอนของครู การเรียนของตนเอง สภาพในห้องเรียน และการนำไปใช้ประโยชน์

นภาพร เมฆรักษาวนิช (2515: 28) ได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติต่อการเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนโดยเฉพาะความรู้สึกที่ดีที่มีต่อครู และการยอมรับคุณค่าของการเรียน”

ดุจเดือน พันธุมนาวิน และคณะ (2547: 47) ได้ศึกษาวิจัยที่มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรหนึ่งในการศึกษาได้กล่าวไว้ว่า “เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ปริมาณการเห็นประโยชน์และโทษในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้สึกพอใจและ ไม่พอใจกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ตนกำลังเรียน และพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามความรู้สึกนึกคิดของตน”

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการคิด การใช้กระบวนการ และเหตุผลในลักษณะที่เป็นนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะสอนให้เข้าใจและประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ถ้าผู้สอนสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนอาจจะมีส่วนช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่า “เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะพึงพอใจ ไม่พึงพอใจ หรือเฉยๆ หลังจากมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ และกิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง “

2. ลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของเจตคติ

ลักษณะสำคัญของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเจตคติพอสรุปได้ดังนี้

ชอร์และไรท์ (Shaw and Wright, 1967) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ว่า

1. เจตคติเป็นผลจากการที่บุคคลประเมินมโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสิ่งเร้าแล้วแปรมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม

2. เจตคติจะถูกแปรค่าได้ทั้งด้านคุณภาพและความเข้ม โดยจะครอบคลุมช่วงของเจตคติในด้านบวกจนถึงด้านลบ

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากเรียนรู้มากกว่าจะเป็นสิ่งที่มีมาแต่กำเนิด นั่นคือเป็นผลมาจากการพัฒนาโครงสร้างทางร่างกายและวุฒิภาวะทางจิตใจ

4. เจตคติเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม

5. เจตคติที่มีต่อสิ่งเร้าของบุคคลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน อาจจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกันก่อเป็นเจตคติเฉพาะบุคคลต่อสิ่งเร้านั้น

6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วจะมีความคงที่ เปลี่ยนแปลงได้ยาก

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเจตคติ สรุปได้ว่า

1. เจตคติเป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำมีผลทำให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิดแต่จะเกิดขึ้นจาการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลนั้นมีส่วนเกี่ยวข้อง

3. เจตคติมีความหมายที่อ้างถึงตัวบุคคลหรือสิ่งของเสมอ นั่นคือเจตคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวตน และสามารถอ้างถึงได้

ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2524: 5) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นการเตรียมหรือความพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น ซึ่งเป็นการเตรียมภายในจิตใจมากกว่าภายนอกที่จะสังเกตเห็นได้

2. เจตคติเป็นสภาวะความพร้อมที่จะตอบสนองของบุคคลที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ มีความซับซ้อนซึ่งจะสัมพันธ์กับอารมณ์ด้วย

3. เจตคติไม่ใช่พฤติกรรม แต่เป็นสภาวะของจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิดและเป็นตัวกำหนดแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม

4. เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่จะแสดงออกมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำนายหรืออธิบายเจตคติได้

5. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ บุคคลจะมีเจตคติในเรื่องเดียวกันแตกต่างกันไปด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม ระดับอายุ เชาว์ปัญญา เป็นต้น

6. เจตคติมีความคงที่และความแน่นอนพอสมควร แต่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ถ้าการเรียนรู้และประสบการณ์นั้นเปลี่ยนแปลงไปเจตคติก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้

องค์ประกอบของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงเจตคติว่ามีองค์ประกอบใน 3 ลักษณะ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม ไว้ในลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

แมคกายร์ (McGuire, 1969: 155-156) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นความรู้ความเข้าใจ เป็นเหตุเป็นผลในการที่จะสรุปความเป็นความเชื่อ เป็นตัวความรู้มีความเชื่อในการประเมินสิ่งเร้านั้น

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึก อารมณ์ที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า แล้วประเมินสิ่งเร้านั้นว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว ซึ่งประกอบด้วยอารมณ์ความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบที่เป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ เป็นความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ กล่าวคือ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสมจะเกิดการตอบสนองในทางสนับสนุนหรือคัดค้านต่อสิ่งเร้านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกจะแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมของบุคคล

นอกจากนี้แมคกายร์ยังได้ให้แนวคิดว่า เจตคติจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อองค์ประกอบทั้งสามด้านนี้ต้องมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือเจตคติของบุคคลจะมีทั้งความรู้ในเรื่องนั้น มีความรู้สึกอารมณ์ต่อเรื่องนั้น แล้วนำมาปฏิบัติเป็นพฤติกรรมตามแนวความเชื่อหรือค่านิยมของแต่ละบุคคล

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 6-7) ได้กล่าวถึงเจตคติว่ามีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

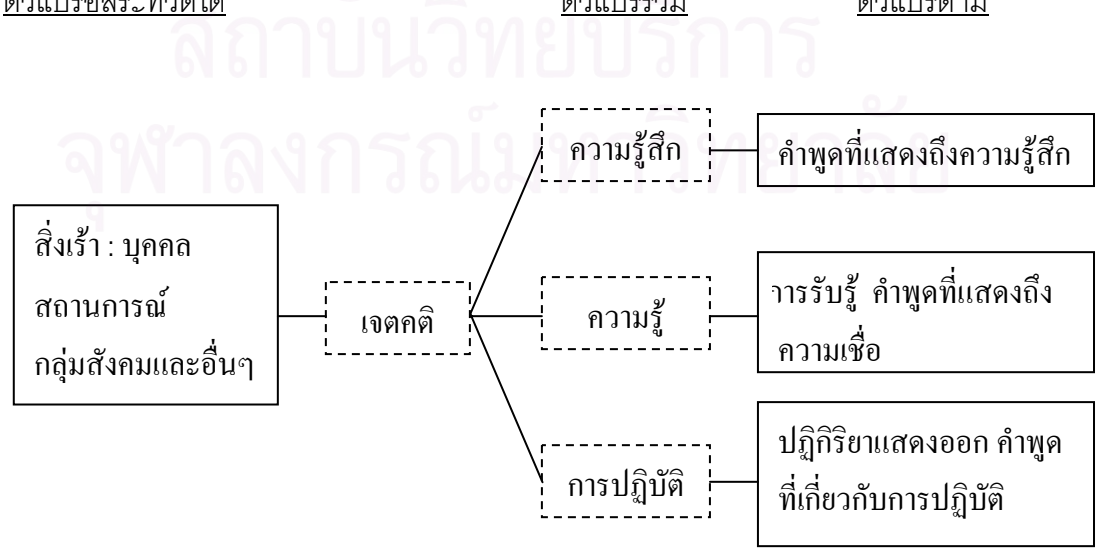
1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Component) คือ ความคิดของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) คือ สภาพอารมณ์ซึ่งเป็นผลมาจากความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งใดบุคคลนั้นจะมีความรู้สึกยอมรับหรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior Component) คือ ความรู้สึกโน้มเอียงที่จะกระทำ ซึ่งจะอยู่ในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ

ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามประการนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังแผนภาพต่อไปนี้

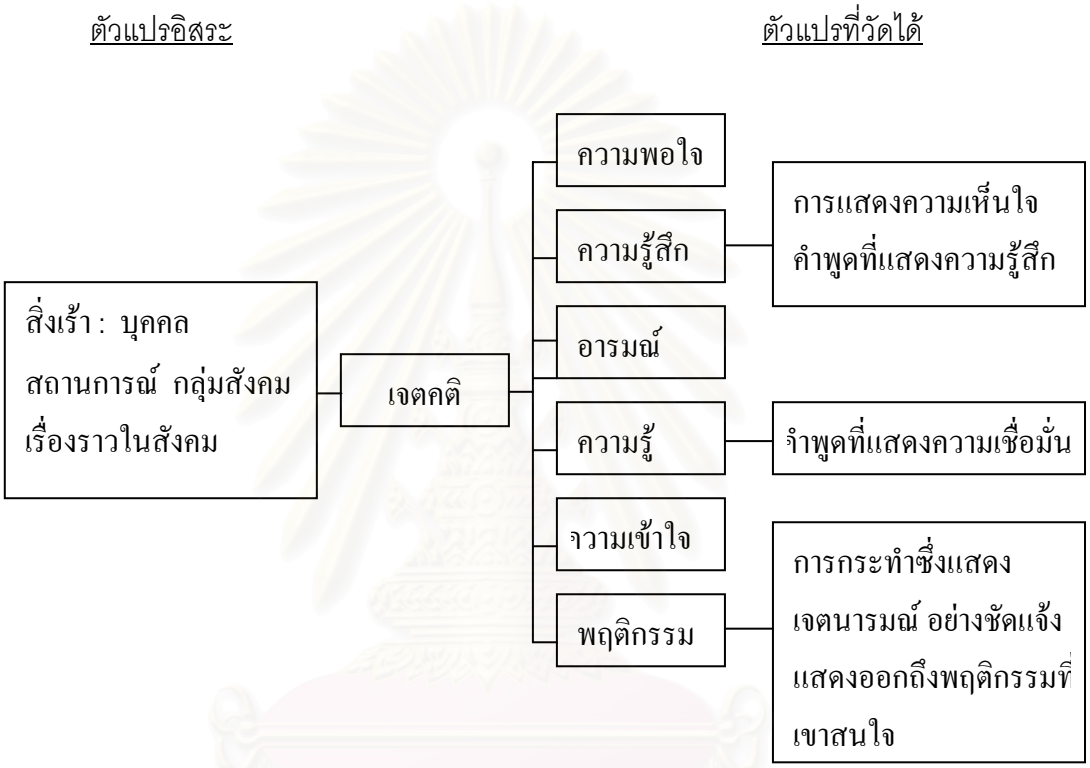
แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของเจตคติ



3. การสร้างเจตคติ

โรเซนเบิร์ก และโฮปแลนด์ (Rosenburg and Hovland, 1963) ได้แสดงแผนภาพของการเกิดเจตคติ ดังนี้

แผนภาพที่ 2 การเกิดเจตคติ



อัลพอร์ต (Allport, 1967: 258) กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดเจตคติดังนี้

1. เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การเรียนรู้ทางตรง คือ การได้รับการอบรมสั่งสอน การเรียนรู้ทางอ้อม คือ การได้รับประสบการณ์ของตนเอง

2. เกิดจากความสามารถในการแยกแยะว่าสิ่งใดดีสิ่งใดไม่ดี ตลอดจนวิธีการปฏิบัติ ต่อสิ่งที่แตกต่างกัน เช่น การสนใจ การเอาใจใส่ต่อสิ่งที่สนใจ

3. เกิดจากประสบการณ์ในอดีตเกิดจากการยอมรับเอาเจตคติของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

แสงเดือน ทวีสิน (2545: 68) ได้กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดเจตคติ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยการรวบรวมประสบการณ์จากอดีตสะสมไว้บุคคลนั้นจะทำการจำแนกแยกแยะออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ชอบ–ไม่ชอบ ดี–ไม่ดี สนใจ–ไม่สนใจ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อกำหนดทิศทางของเจตคติ และหลักเกณฑ์ดังกล่าวจะถูกหล่อหลอมมาจากความเชื่อ ของมนุษย์แต่ละคนที่แตกต่างกัน ซึ่งความเชื่อของมนุษย์จะประกอบด้วยเหตุแต่ละบุคคล นักจิตวิทยาได้จัดลำดับความเชื่อไว้ ดังนี้

1.1 ความเชื่อจากประสบการณ์ตรง (Primitive Belief) เป็นความเชื่อในระดับพื้นฐานที่สุด คือ เชื่อเพราะเคยได้พบมา

1.2 ความเชื่อจากการประเมินค่า (Evaluative Belief) เกิดขึ้นเนื่องจากบางครั้งประสบการณ์ตรงไม่ได้ให้ข้อมูลที่เหมือนกันทุกครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินค่าก่อนการตัดสินใจว่าจะเชื่อถือได้หรือไม่

1.3 ความเชื่อในระดับการวิเคราะห์ (Higher–Order Belief) เป็นความเชื่อที่ได้จากข้อมูลหลายทาง ดังนั้นก่อนที่จะเชื่อจะต้องพิจารณาถึงเหตุผลก่อนซึ่งเป็นความเชื่อที่เป็นผลของการพิสูจน์ในเชิงตรรกวิทยามาแล้ว

1.4 ความเชื่อในระดับการสังเคราะห์ (Horizontal Structure of Belief) เป็นความเชื่อที่ต้องอาศัยข้อมูลและหลักฐานต่างๆ มากมายในการตัดสินใจเพื่อประกอบความเชื่อถือของตน ความเชื่อในระดับนี้มักจะผ่านการกลั่นกรองของข้อมูลมาอย่างดี

2. เจตคติที่เกิดจากการรับเจตคติของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง การรับเจตคติของผู้อื่นมานั้นมักจะเป็นบุคคลที่มีความสำคัญเป็นที่น่าเชื่อถือยกย่องชื่นชมอย่างมาก

3. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ที่ประทับใจมาก ประสบการณ์บางอย่างที่ประทับใจมากทั้งทางด้านดีและไม่ดีเพียงครั้งเดียวก็ก่อให้เกิดเป็นเจตคติได้อย่างรวดเร็ว

กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเจตคติว่ามีแทรกได้กับทุกเนื้อหา เน้นความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งที่เรียนอาจเป็นแนวคิด หลักการ การกระทำเหตุการณ์ สถานการณ์ ฯลฯ มีขั้นตอนดังนี้

1. สังเกต โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อมูล เหตุการณ์ การกระทำที่เกี่ยวข้องกับการมีเจตคติที่ดีและไม่ดี

2. วิเคราะห์ โดยให้นักเรียนพิจารณาผลที่จะเกิดตามมาแล้วแยกเป็นการกระทำที่เหมาะสมได้ผลตามที่น่าพอใจ และกระทำที่ไม่เหมาะสมได้ผลตามที่ไม่น่าพอใจ

3. สรุป โดยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเป็นหลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติด้วยเหตุผลของความพอใจ

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2531: 29-30) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสอนได้โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหรือได้รับการปลูกฝัง ทีละเล็กทีละน้อยกับตัวนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นพฤติกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ครูมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และต่อนักเรียน

2. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจและส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3. การกระทำต่อไปนี้ช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้

- ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
- ทำงานกับนักเรียนด้วยความอดทนและใจเย็น
- เลือกใช้วิธีสอนและสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม
- ให้งานนักเรียนตามความสามารถและอย่างมีเหตุผล
- ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะโครงสร้างและประโยชน์ของคณิตศาสตร์
- ให้คณิตศาสตร์สนองนักเรียนทางบวกไม่ใช่ทางลบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติว่าประกอบด้วย สาร วิธีรับสาร สถานการณ์ ตัวบุคคล และกลุ่มสังคม การเปลี่ยนแปลงเจตคติอาจจะสังเกตเห็นเปลี่ยนแปลงในแต่ละด้านได้ ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ สังเกตได้จากการตอบสนองการรับรู้และคำพูดที่แสดงความเชื่อ

2. ด้านความรู้สึก สังเกตได้จากการตอบสนองของประสาทสัมผัสและคำพูดที่แสดงความรู้สึก

3. ด้านพฤติกรรม สังเกตได้จากท่วงทีที่แสดงออกและคำพูดที่เกี่ยวกับการกระทำ

นอกจากนี้ ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 185) ยังกล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงเจตคติจะต้องเป็นขบวนการที่มีความต่อเนื่องกัน โดยแสดงได้เป็น 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

<u>ขั้นที่ 1</u> ขั้นความตั้งใจ บุคคลจะมีความสนใจต่อเนื้อหาของสารทำให้อยากรู้และมีสมาธิพอที่จะรับรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ นั่นคือ บุคคลจะมีการเลือกรับทราบสารโดยที่เกิดความตั้งใจขึ้นก็ต่อเมื่อสารชักจูงนั้นเป็นสารที่ตนสนใจและยินดีรับทราบ

<u>ขั้นที่ 2</u> ขั้นความเข้าใจ หลังจากบุคคลนั้นมีความตั้งใจรับทราบสารชักจูงแล้วบุคคลนั้นจะแสดงความสามารถในการรับรู้เนื้อหาของสารชักจูง ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของสารและความเหมาะสมระหว่างสารชักจูงกับระดับการศึกษาของผู้รับสาร

<u>ขั้นที่ 3</u> ขั้นการยอมรับ เมื่อมีความเข้าใจแล้วบุคคลจะแสดงออกใน 2 ลักษณะ คือ ยอมรับการชักจูงหรือไม่ยอมรับการชักจูงของสารนั้น การยอมรับการชักจูง หมายถึง การเชื่อการปฏิบัติหรือคล้อยตามสารชักจูงนั้นก็คือการเปลี่ยนแปลงตามสารชักจูงนั่นเอง ส่วนการไม่ยอมรับก็จะเป็นไปในลักษณะตรงข้ามนั่นเอง

<u>ขั้นที่ 4</u> ขั้นการระลึกได้ เป็นการแสดงถึงความคงทนของการยอมรับหรือการไม่ยอมรับการชักจูงของสารรวมไปถึงการจำ และการเพิ่มหรือลดการยอมรับหรือการไม่ยอมรับสารชักจูงนั้นตามกาลเวลา

ขั้นที่ 5 ขั้นการแสดงออก เมื่อบุคคลนั้นมีการยอมรับสารชักจูงและระลึกได้แล้ว บุคคลนั้นย่อมแสดงพฤติกรรมให้ปรากฏซึ่งสอดคล้องกับการยอมรับนั้นๆ นั่นคือ ถ้าสารชักจูงสามารถโน้มน้าวให้บุคคลนั้นบรรลุทั้ง 4 ขั้นข้างต้นแล้วมีการแสดงออกก็ถือว่าการชักจูงนั้นได้ผลและแสดงถึงความสำเร็จในการชักจูงที่มั่นคงถาวร

แสงเดือน ทวีสิน (2545: 71) ได้กล่าวถึงหลักในการเปลี่ยนเจตคติของบุคคลไว้สรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร ทั้งนี้เพราะในการสร้างเจตคติแต่ละเรื่องต้องใช้เวลาในการสั่งสมยาวนานพอสมควร ดังนั้นการที่จะเปลี่ยนแปลงจึงต้องอาศัยเวลาเช่นกัน โดยมีหลักการดังนี้

1. สร้างตัวเลียนแบบ (Identification Figure) ที่เหมาะสมให้กับผู้ที่เราต้องการจะให้เปลี่ยนเจตคติ ลักษณะที่สำคัญของตัวเลียนแบบ เช่น

- ต้องเป็นบุคคลที่ผู้นั้นสามารถพึ่งพาอาศัยได้
- ต้องเป็นบุคคลที่ที่สำคัญในชีวิตของผู้นั้น
- ต้องเป็นบุคคลที่ผู้นั้นยกย่อง เชื่อถือ
- ต้องเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียง มีศักดิ์ศรี มีบารมีพอที่จะให้ผู้นั้นเชื่อถือ
- ต้องเป็นบุคคลที่มีความอบอุ่น มีลักษณะเป็นกันเองและมีความเข้าใจกัน

2. ใช้วิธีการพูดหรือการสื่อสาร (Communication) เพื่อเปลี่ยนแปลงเจตคติใน 2 วิธี คือ

2.1) การพูดโดยอ้างเหตุผล (Logical Argument) การพูดชักจูงเพื่อเปลี่ยนเจตคติของบุคคลจะต้องพูดโดยเสนอข้อเท็จจริงทั้งในส่วนดีและไม่ดี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกด้ายตนเอง

2.2) การพูดเร้าอารมณ์ (Emotional Appeal)

3. ใช้วิธีการจัดสภาพการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ เพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติไปในทางที่ต้องการ เช่น การให้เข้าไปมีส่วนร่วม การจัดกิจกรรมการเล่นบทบาทสมมติ (Role Playing) เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 168-169) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจ-ไม่พอใจ ความชอบ-ไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกันไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดันผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลีกหนีจากสิ่งนั้น หรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้

2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ

3. การตัดสินทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

5. การวัดเจตคติ

การวัดเจตคติเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อผู้จัดการเรียนการสอนและผู้เรียนเอง ดังเช่น ผลการวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่ายหรือความสลับซับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหาตลอดจนการวัดและการประเมินผล ส่วนการวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์จะช่วยในการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนเมื่อได้รับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อนำผลไปช่วยในการพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนการสอน และสถานการณ์ของปัญหาต่างๆ ให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

หลักการสำคัญในการวัดเจตคติ

ไพศาล หวังพานิช (2526: 147-148) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติไว้สรุปได้ว่า การวัด เจตคติเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึกหรือลักษณะทางจิตใจ คุณลักษณะดังกล่าวมีการแปรเปลี่ยนได้ง่าย สามารถวัดได้โดยอาศัยหลักสำคัญดังนี้

1. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) เกี่ยวกับการวัดเจตคติ คือ

1.1 ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลจะคงที่อยู่ช่วงหนึ่ง กล่าวคือ ความรู้สึกของคนเราจะไม่ผันแปรตลอดเวลาอย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาที่ความรู้สึกของคนเราคงที่จึงทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดจึงเน้นการวัดทางอ้อมโดยวัดแนวโน้มที่บุคคลแสดงออกหรือประพฤติอยู่เสมอ

1.3 เจตคตินอกจากจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึกนึกคิด เช่น การสนับสนุนหรือคัดค้าน แล้วยังมีขนาดหรือปริมาณของความรู้สึกนึกคิดนั้นอีกด้วย

2. การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตามจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 อย่าง คือ ตัวบุคคลที่จะถูกวัดมีสิ่งเร้า เช่น การกระทำ เรื่องราวที่จะแสดงเจตคติตอบสนองและการตอบสนองซึ่งจะออกมาในระดับสูง - ต่ำ หรือมาก - น้อย

3. สิ่งเร้าที่นิยมนำไปใช้เร้าคือ ข้อความเจตคติ (Attitude Statement) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (Attitude Continum หรือ Scale) เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ของการวัดเป็นพิเศษ จะต้องให้ผลของการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในรูปทิศทางและระดับ

วิธีการวัดเจตคติ

เอ็ดเวิร์ด (Edwards, 1957) ได้เสนอวิธีวัดเจตคติซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่ผู้ถามจะทราบความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้ตอบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่มีข้อเสียคืออาจจะไม่ได้รับคำตอบที่จริงใจจากผู้ตอบ เพราะผู้ตอบอาจจะบิดเบือนคำตอบเนื่องมาจากความเกรงกลัวต่อ การแสดงความคิดเห็น วิธีแก้ไขคือจะต้องปรับบรรยากาศให้ผู้ตอบมีความรู้สึกเป็นอิสระและให้แน่ใจว่าคำตอบของเขาจะเป็นความลับ

2. การสังเกตพฤติกรรม มีผู้เสนอว่าต้องการทราบว่าใครมีความคิดเห็น หรือความรู้สึกต่อสิ่งใดก็ให้สังเกตพฤติกรรมของเขาต่อสิ่งนั้น แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ถ้าจะทำการวิจัยคน

จำนวนมากๆ จะไม่สามารถสังเกตได้หมดทุกคนและเจตคติเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการตัดสินใจของบุคคลเท่านั้น ดังนั้นจะใช้เจตคติอย่างเดียวในการตัดสินใจไม่ได้

3. การสร้างข้อความที่เป็นข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่ต้องการจะวัดเจตคติ ข้อความที่เป็นสิ่งเร้าที่ต้องการให้ผู้ตอบแสดงเจตคติต่อสิ่งนั้น โดยตอบในเชิงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น การวัดเจตคติด้วยวิธีการนี้จะอยู่ในรูปแบบวัดเจตคติ ซึ่งจะใช้ในด้านการศึกษางานอุตสาหกรรมและงานวิจัยต่างๆ เพราะมีความสะดวกและรวดเร็วที่จะทราบค่ามัชฌิมเลขคณิตของเจตคติของกลุ่มบุคคล

มาตรวัดเจตคติ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2535: 112-115) ได้กล่าวถึงมาตรวัดเจตคติที่นิยมใช้ 3 ชนิด สรุปได้ดังนี้

1. วิธีของเทอร์สโตน (Thurston Type) หรือวิธีการวัดช่วงเท่ากัน (Equal Appearing Interval Scale) เป็นแบบวัดที่ต้องอาศัยความคิดเห็นของบุคคลกลุ่มหนึ่งที่มีความน่าเชื่อถือได้เป็นเกณฑ์ โดยกำหนดเรื่องที่จะวัด โครงสร้าง ข้อความตามโครงสร้างที่เป็นทั้งข้อความเชิงบวกเชิงลบ และเชิงเป็นกลางให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ พิมพ์ข้อลงในบัตรข้อความละ 1 บัตร โดยกลุ่มผู้ตัดสินข้อความแยกออกเป็น 11 กลุ่ม จากกลุ่มข้อความที่ไม่ชอบเลยไปจนกระทั้งกลุ่มที่ชอบมากที่สุดจาก A – K ซึ่งข้อความ A เป็นข้อความที่ต่อต้านคุณลักษณะที่จะวัด กลุ่มข้อความ B C D E เป็นข้อความที่มีการต่อต้านน้อยลงไปตามลำดับ ข้อความ F เป็นข้อความที่มีความเป็นกลางคือไม่สนับสนุนและต่อต้าน กลุ่มข้อความ G H I J K เป็นกลุ่มข้อความที่สนับสนุนข้อความที่จะวัดมากขึ้นตามลำดับ หลักสำคัญในการตัดสินผู้ตัดสินมีหน้าที่เพียงตัดสินว่าแต่ละข้อความสนับสนุนหรือต่อต้านมากน้อยเพียงใด

2. วิธีของลิเคิร์ท (Likert) หรือวิธีประมาณค่าร่วม (Summated Rating Scales) เป็นแบบวัดความรู้สึกและความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวก (Positive) และทางลบ (Negative) โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของบุคคลเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือกเป็น 5 4 3 2 1 สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 สำหรับข้อความทางลบ ซึ่งข้อความที่จะใช้ในมาตรวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกที่ดีและไม่ดีต่อสิ่งที่ต้องการจะวัดในจำนวนข้อที่พอๆ กัน อาจจะมีข้อความประมาณ 18 – 20 ข้อความ

3. วิธีของออสกูด (Osgood) เทคนิคนัยจำแนกหรือการแตกความหมายคำ (Semantic Differential Technique) เป็นการให้บุคคลใช้ความหมายทางภาษา เพื่อศึกษามโนทัศน์ของสิ่งของสถานที่ เหตุการณ์ บุคคล ฯลฯ โดยใช้คุณศัพท์ซึ่งตรงข้ามกันที่มีลำดับความมากน้อยจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งทั้งหมด 7 อันดับ ซึ่งพิจารณาถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

3.1 การประเมินค่า (Evaluative Factor) เช่น ดี–เลว ชอบ–ไม่ชอบ เป็นต้น

3.2 ศักยภาพ (Potency Factor) เช่น หนัก–เบา แข็งแรง–อ่อนแอ เป็นต้น

3.3 การเคลื่อนไหว (Activity Factor) เช่น รวดเร็ว–เชื่องช้า ร่าเริง–หงอยเหงา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีของลิเคิร์ท (Likert) ซึ่งแสงเดือน ทวีสิน (2545: 72) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติโดยวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ไว้ดังนี้

1. พิจารณาให้ชัดเจนว่าจะวัดเจตคติเกี่ยวกับเรื่องอะไร โดยกำหนดขอบเขตความหมายของเจตคตินั้นอย่างแน่นอนชัดเจน เช่น ต้องการวัดเจตคติของนักศึกษาเกี่ยวกับช่างอุตสาหกรรม ต่อการฝึกงาน ก็ต้องกำหนดว่าเป็นการฝึกงานด้านใด ที่ไหน ระดับใด

2. สร้างข้อความ (Item หรือ Statement) ในแต่ละเรื่อง ซึ่งข้อความควรจะมีลักษณะดังนี้

2.1 ไม่ใช่ข้อเท็จจริง (Fact) หรือเป็นความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่จะต้องเป็นความรู้สึกหรือความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2.2 ข้อความที่ใช้วัดควรประกอบด้วยข้อความทั้งทางบวกและทางลบคละกันไป ไม่ควรจะมีด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว

3. ทำการทดสอบก่อนใช้ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกับกลุ่มประชากรที่จะศึกษาจริง เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าข้อความที่เราสร้างนั้นสามารถวัดได้ตรงตามต้องการ

4. การแปลคะแนนที่ได้จะดูจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971) กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยการจัดรูปหรือจัดระบบสิ่งของต่างๆ ที่อยู่รอบตัวบุคคลนั้น

2. ช่วยให้มีการเข้าข้างตนเอง ทำให้บุคคลนั้นหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดี ปกปิดความจริงบางอย่าง หรือนำความไม่พอใจออกจากตัวเอง

3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิกิริยาตอบโต้หรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้นส่วนมากจะทำในสิ่งที่นำความพอใจมาให้ตัวเอง

4. ช่วยให้บุคคลแสดงออกถึงค่านิยมพื้นฐานของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2531: 1-3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวัดเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. วัดเพื่อทำนายพฤติกรรม การที่บุคคลมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด แสดงว่าเขามีความรู้ในสิ่งนั้นในด้านที่ดี หรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากหรือน้องเพียงใด และเขามีความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด เจตคติของบุคคลนั้นจึงเป็นเครื่องทำนายว่าบุคคลนั้นจะมีการกระทำต่อสิ่งนั้นในทางใด ดังนั้นการทราบเจตคติของบุคคลย่อมช่วยให้สามารถทำนายการกระทำของบุคคลนั้นได้ แม้จะไม่ถูกต้องเสมอไปก็ตาม

2. วัดเพื่อหาทางป้องกัน การมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นเป็นสิทธิของแต่ละคน แต่การจะอยู่ในสังคมเดียวกันอย่างสงบจะเกิดจากการที่คนในสังคมนั้นมีเจตคติต่อสิ่งต่างๆ คล้ายคลึงกัน จึงจะทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจกันและไม่เกิดความแตกแยกขึ้นในสังคมนั้น ดังนั้นในการประกอบอาชีพบางประเภทจึงต้องอาศัยคนที่มีเจตคติที่เหมาะสมในการทำงาน

3. วัดเพื่อหาทางแก้ไข การที่บุคคลมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่แตกต่างกัน เมื่อต้องการให้เกิดความพร้อมเพรียงกันจำเป็นจะต้องได้รับความคิดเห็นและเจตคติที่สอดคล้องกัน

4. วัดเพื่อให้เข้าใจสาเหตุและผล เจตคติต่อสิ่งต่างๆ เป็นสาเหตุภายในที่ผลักดันให้บุคคลกระทำออกไป ซึ่งอาจจะได้รับผลจากสาเหตุภายนอกด้วยส่วนหนึ่งและเจตคติของบุคคลจะเป็นเครื่องกรองหรือเครื่องหันเหอิทธิพลจากสาเหตุภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคคลนั้น

ดังนั้นการเข้าใจอิทธิพลของสาเหตุภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคลให้ชัดเจนบางกรณีอาจจำเป็นต้องวัดเจตคติของบุคคลต่างๆ ต่อสาเหตุภายนอกนั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. **งานวิจัยในต่างประเทศ**

ในต่างประเทศได้มีผู้สนใจทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยในครั้งนี้ดังนี้

เลสเตอร์ (Lester, 1996) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยการใช้ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์ และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางเรขาคณิตและการสร้างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อคาดเดาทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เมลค์ซาเล็ค (Melczalek, 1996) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ต่อความพร้อมในการเรียนรู้ของตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาเรขาคณิต 7 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 6 ห้อง ที่เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์และความพร้อม ในการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งส่งผลกับเจตคติต่อการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตโดยตรง และความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อคอมพิวเตอร์และเจตคติต่อซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับคะแนนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยูซิฟ (Yousif, 1997) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อเจตคติทางเรขาคณิต ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ศึกษาวิชาเรขาคณิตพื้นฐานในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา ปีการศึกษา 1996 -1997 ตัวอย่างประชากรแบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำนวน 2 ห้อง และกลุ่มควบคุมซึ่งสอนแบบปกติ จำนวน 2 ห้อง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางเรขาคณิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อัลเมคดาดี (Almeqdadi, 2000) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในโรงเรียนสาธิต ของมหาวิทยาลัยยาร์มอก แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ กลุ่มละ 1 ห้อง พบว่า ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาฮาวาน (Bahavan , 2001) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และการสอนแบบปกติ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อเรขาคณิต ของนักเรียนเกรด 7 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จูลี่ (July, 2001) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนกลุ่มต่ำ

ฟลานาเกน (Flanagan, 2001) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และ

เครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 ใช้เวลา 7 สัปดาห์ ในการศึกษาตัวอย่างประชากร จำนวน 6 คน เป็นรายบุคคล รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 4 คน และนักเรียนอีก 2 คน ศึกษาจากงานที่มอบหมาย พบว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น

แกดเดิร์ต (Gaeddert , 2001) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นได้สำรวจความคิดเห็นจากผู้สอน นักเรียน และผู้ปกครองอีกครั้งพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เชอร์ (Scher, 2002) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสร้างรูปเรขาคณิตระหว่างการสร้างรูปในกระดาษและการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยการสังเกตและวิเคราะห์จากวีดิทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 8 คน เปรียบเทียบเป็นคู่ พบว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในเชิงบวก ทำให้นักเรียนสามรถเรียนรู้เรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ฮานนาฟิน (Hannafin, 2004) ได้ศึกษาผลของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้างที่ได้จากแบบทดสอบอย่างง่ายและยาก ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้เรื่อง เส้นขนาน จำนวน 14 กิจกรรม พบว่า หลังเรียน นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีคะแนนเฉลี่ยจากการจัดการเรียนรู้แบบไม่มีโครงสร้างสูงกว่าแบบมีโครงสร้าง ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยจากการจัดการเรียนรู้แบบมีโครงสร้างสูงกว่าแบบไม่มีโครงสร้าง

2. งานวิจัยในประเทศ

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการศึกษาของประเทศไทยนั้น ถึงแม้จะมีผู้สนใจนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่พอสมควร แต่มีการศึกษาวิจัยโดยใช้โปรแกรมนี้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำนวนไม่มากนัก ดังนี้

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ บทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองจากการสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา และสืบเสาะหาเหตุผลเพื่อตรวจสอบข้อคาดเดานั้น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนอาสาสมัคร จำนวน 42 คน ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนเรขาคณิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 ที่กำหนดไว้ ดังนั้นบทเรียนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และกลุ่มควบคุม จำนวน 37 คน ที่เรียนโดยไม่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์ (2542) ได้ศึกษาผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน โดยนักเรียนใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น คือ สำรวจ ตั้งข้อคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสรุปผล พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 40.33 30.00 และ 26.39 ตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพบว่า มีการนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาใช้ในการศึกษาและการวิจัยทางคณิตศาสตร์กันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เป็นเพราะโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างรูปเรขาคณิตได้ง่าย ผู้เรียนจึงสามารถสำรวจ ตรวจสอบสมบัติทางเรขาคณิต หรือพิสูจน์ทฤษฎีได้สะดวกรวดเร็ว ทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตได้อย่างลึกซึ้ง มีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนเรขาคณิต และช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและการเลือกตัวอย่างประชากร
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งใน และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม

3. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

4. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา

5. ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนสุรนารีวิทยา คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงของวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม

6. ศึกษาคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2544 และคู่มือการประเมินผลการเรียน หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงของวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi - experimental design) โดยมีแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อน–หลังการทดลอง

กลุ่ม	การทดสอบก่อนทดลอง	ทดลอง	การทดสอบหลังทดลอง
E	เจตคติต่อคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	X	เจตคติต่อคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

โดยที่ E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

(ศิริเดช สุชีวะ, 2546: 32)

การกำหนดประชากรและการเลือกตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purpose Sampling) ทำการสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยเลือกนักเรียนโรงเรียนสุรนารีวิทยาเป็นตัวอย่างประชากร เนื่องจากผู้วิจัยเป็นข้าราชการครูสังกัดโรงเรียนดังกล่าวซึ่งมีความสะดวกในการติดต่อประสานงานและขอความร่วมมือในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับโรงเรียนสุรนารีวิทยามีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 15 ห้องเรียน จัดให้นักเรียนเลือกเรียนวิชาเพิ่มเติม จำนวน 4 ห้องเรียน โดยมีการจัดนักเรียนเข้าห้องเรียนแบบคละความสามารถ ผู้วิจัยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้อง ห้องเรียนละ 30 คน รวมเป็น 60 คน เนื่องจากการวัดและการประเมินผลระดับชั้นเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดให้สถานศึกษาเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์การประเมินโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสถานศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 25) ดังนั้นในการเลือกตัวอย่างประชากรผู้วิจัยจึงจำแนกนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลการเรียนจากคู่มือการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

นักเรียนที่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 80 ถึง 100 คะแนน หรือมีระดับผลการเรียน 4 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก

นักเรียนที่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 70 ถึง 79 คะแนน หรือมีระดับผลการเรียน 3 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับดี

นักเรียนที่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 60 ถึง 69 คะแนน หรือมีระดับผลการเรียน 2 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง

นักเรียนที่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 50 ถึง 59 คะแนน หรือมีระดับผลการเรียน 1 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดไว้

นักเรียนที่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่า 50 คะแนน หรือมีระดับผลการเรียน 0 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534)

จากนั้นผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ข้างต้นได้ดังนี้

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับดีถึงดีมาก เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ได้นักเรียนจำนวน 16 คน

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ได้นักเรียนจำนวน 29 คน

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับผ่านเกณฑ์และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ได้นักเรียนจำนวน 15 คน

ผู้วิจัยจึงใช้นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มเป็นตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นดังรายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือต่อไปนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หลักการสอน วิธีสอน การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากวารสาร เอกสารประกอบการสอน หนังสือ คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารประกอบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสุรนารีวิทยา

2. ศึกษาและเลือกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ผู้วิจัยเลือกศึกษาวิจัยเรื่อง วงกลม ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิตที่เป็นปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะมีทฤษฎีบทของวงกลมที่นักเรียนต้องทำการพิสูจน์จำนวนมาก และในการเรียน

การสอนปกตินักเรียนจะต้องเขียนรูปเรขาคณิตแล้วนำทฤษฎีบทของวงกลมมาใช้ในการตรวจสอบ ทำให้เสียเวลามาก และนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายกับการเรียน อีกทั้งเป็นผลทำให้เวลาในการสอนไม่เพียงพอกับเนื้อหา ดังนั้นการที่จะให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้รวดเร็วและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ควรต้องใช้สื่อการสอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองเข้ามาช่วย

3. พิจารณารายละเอียดของเนื้อหาแล้วแบ่งเนื้อหาเรื่อง วงกลม ให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดตามการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ของหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสุรนารีวิทยา ซึ่งแบ่งได้ทั้งหมด 15 ชั่วโมง

4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงเรื่อง วงกลม จำนวน 15 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละชั่วโมงประกอบด้วย ผลการเรียนที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ใบงาน และเอกสารฝึกหัด ในกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนแต่ละคนจะใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้มโนทัศน์เรื่อง วงกลม โดยทำกิจกรรมในใบงาน ดังรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สาระ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิต
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สาระ วงกลมและส่วนประกอบของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สาระ มุมในครึ่งวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและมุมในส่วนโค้งของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 สาระ มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและส่วนโค้งของวงกลม (1)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและส่วนโค้งของวงกลม (2)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางไปยังคอร์ด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสและรัศมีของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสและคอร์ดของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 สาระ ทบทวนเกี่ยวกับสมบัติของวงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 สาระ การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 สาระ การหาขนาดของมุมของรูป n เหลี่ยมใด ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 สาระ ทบทวนเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่แบ่งไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นนำ

เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป และใช้การถามตอบเป็นการสรุปเนื้อหาของคาบที่ผ่านมา ก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นสอน

นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในแต่ละชั่วโมงจะมีใบงานให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาแล้วทำกิจกรรมตามใบงานนั้น ลักษณะของกิจกรรมในใบงานจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยๆ คือ

ขั้นการสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ถ้านักเรียนไม่สามารถสร้างได้ ครูช่วยแนะนำขั้นตอนเพิ่มเติม

ขั้นการทดลอง(เพื่อหาข้อค้นพบ) หลังจากสร้างรูปเสร็จเรียบร้อย ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงานโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในโปรแกรมเพื่อสำรวจ วัดขนาดหรือความยาว ยืดหรือโยกรูปเพื่อให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบ และทำความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆ

ขั้นการสรุปข้อค้นพบ นักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ สมบัติ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับวงกลม เมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนแล้วให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปในเรื่องที่เรียน

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนเปิดไฟล์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหาหลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์เกี่ยวกับวงกลมที่ได้เรียนในแต่ละชั่วโมง และทำเอกสารฝึกหัด

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องในการเก็บภาพจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (Version 4) รุ่นสาธิต เพื่อสร้างใบงานและไฟล์สำเร็จรูปที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดของใบงานและไฟล์สำเร็จรูปตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 รายชื่อไฟล์สำเร็จรูปที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	ใบงานที่	ชื่อไฟล์สำเร็จรูป
1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิต	1.1 1.2	Cir 1.1 Cir 1.2
2	วงกลมและส่วนประกอบของวงกลม	2.1 2.2	Cir 2.1 Cir 2.2
3	มุมในครึ่งวงกลม	3.1 3.2	Cir 3.1 Cir 3.2
4	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	4.1 4.2	Cir 4.1 Cir 4.2
5	มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน	5.1 5.2	Cir 5.1 Cir 5.2
6	ความสัมพันธ์ระหว่างมุม และส่วนโค้งของวงกลม (1)	6.1 6.2	Cir 6.1 Cir 6.2
7	ความสัมพันธ์ระหว่างมุม และส่วนโค้งของวงกลม (2)	7.1 7.2	Cir 7.1 Cir 7.2
8	ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ด และส่วนโค้งของวงกลม	8.1 8.2	Cir 8.1 Cir 8.2
9	ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ด และส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางไปยังคอร์ด	9.1 9.2	Cir 9.1 Cir 9.2
10	ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัส และรัศมีของวงกลม	10.1 10.2	Cir 10.1 Cir 10.2
11	ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัส และคอร์ดของวงกลม	11.1 11.2	Cir 11.1 Cir 11.2
12	ทบทวนเกี่ยวกับสมบัติของวงกลม	12.1 12.2	Cir 12.1 Cir 12.2
13	การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า	13.1 13.2	Cir 13.1 Cir 13.2

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	ใบงานที่	ชื่อไฟล์สำเร็จรูป
13	การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า	13.1 13.2	Cir 13.1 Cir 13.2
14	การหาขนาดของมุมของรูป n เหลี่ยมใด ๆ	14.1 14.2	Cir 14.1 Cir 14.2
15	ทบทวนเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า	15.1 15.2	Cir 15.1 Cir 15.2

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 แผน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของผลการเรียนที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน และเอกสารฝึกหัด และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดลอง ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ปรับปรุงการเขียนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านเนื้อหา โดยให้ระบุเฉพาะความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้มโนทัศน์ในชั่วโมงนั้น

2) กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสอนให้แสดงขั้นตอนย่อยๆ คือ ขั้นการสร้างรูป ขั้นการทดลอง(เพื่อหาข้อค้นพบ) และขั้นการสรุปข้อค้นพบ

3) สาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตมีเนื้อหามากควรปรับลดให้เหมาะสมเวลา

4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและกิจกรรมการเรียนรู้

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้กับตัวอย่างประชากร (ดูตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ค หน้า 127 - 148)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องวงกลม ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามและหาคุณภาพ ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต แล้ววิเคราะห์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ในแต่ละหัวข้อย่อยเพื่อกำหนดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สอดคล้องกับผลการเรียนที่คาดหวัง ซึ่งประกอบ 10 มโนทัศน์ ดังนี้

มโนทัศน์ที่ 1 วงกลมและส่วนประกอบของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 2 ขนาดของมุมในครึ่งวงกลม
มโนทัศน์ที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและมุมในส่วนโค้งของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 4 มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
มโนทัศน์ที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและส่วนโค้งของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางไปยังคอร์ด
มโนทัศน์ที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสและรัศมีของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสและคอร์ดของวงกลม
มโนทัศน์ที่ 10 การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า

1.2 สร้างตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ (Table of Specification) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ให้ตรงกับมโนทัศน์ย่อยที่กำหนดไว้ และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับจำนวนชั่วโมงที่สอน (ดูรายละเอียดของตารางการกำหนดลักษณะข้อสอบสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ในภาคผนวก ง หน้า 150- 154)

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม จำนวน 45 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก นักเรียนที่ได้รับการทดสอบต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่กำหนดไว้ในตารางแสดงการกำหนดลักษณะข้อสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน

คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

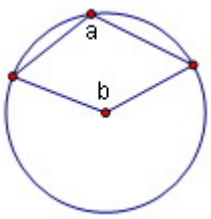
1.4 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ครอบคลุมข้อความภาษาและสำนวนที่ใช้ โดยพิจารณาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเป็นรายข้อว่าข้อคำถาม และตัวเลือกสอดคล้องกับมโนทัศน์เรื่องวงกลมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์จากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่สอดคล้องกันอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 113) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า ข้อสอบทั้ง 45 ข้อ ครอบคลุมมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม แต่ต้องปรับปรุงแก้ไขในประเด็นต่อไปนี้

1) ข้อคำถามควรใช้ข้อความเดียวกันและควรเป็นข้อความเชิงบวก เช่น

- ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง , ข้อความใดถูกต้อง , ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง ควรแก้ไขเป็น “ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ”
- ข้อใดไม่ถูกต้อง , ข้อใดเป็นเท็จ , ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง , ข้อใดไม่เป็นจริง ควรแก้ไขเป็นข้อความเชิงบวก คือ “ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ”

2) ข้อสอบบางข้อมีความเป็นนามธรรมมากเกินไป ซึ่งเป็นสิ่งยากสำหรับนักเรียนในระดับชั้นนี้ ควรแก้ไขให้อยู่ในรูปตัวเลขเพื่อวัดการคิดของนักเรียน เช่น

จากรูป กำหนดให้ b เป็นขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง ค่าของ b ในรูปของ a เป็นเท่าไร



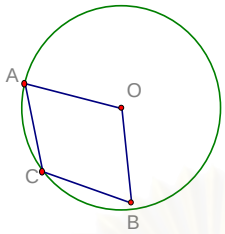
ก. 180 – a องศา

ข. 2(180 – a) องศา

ค. 2(90 – a) องศา

ง. 2(90 + a) องศา

<u>แก้ไขเป็น</u> จากรูป กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า $A\hat{O}B = 110^\circ$ แล้ว $A\hat{C}B$ มีขนาดกี่องศา



ก. 70 องศา

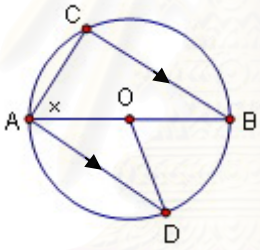
ข. 110 องศา

ค. 125 องศา

ง. 250 องศา

3) ข้อสอบบางข้อมีความซับซ้อนและยากเกินไป นักเรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องหลายขั้นตอน ควรแก้ไขให้มีความยากง่ายพอเหมาะและมีความซับซ้อนน้อยลงหรือตัดออก เช่น

(i) จากรูป ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวง และ AD// BC ข้อใด<u>ไม่จริง</u>



ก. $m(\overset{\frown}{AC}) = m(\overset{\frown}{BD})$

ข. $B\hat{O}D = 2(A\hat{B}C)$

ค. $C\hat{A}B + B\hat{A}D = 90^\circ$

ง. $A\hat{O}D = B\hat{A}C$

(ii) ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งเท่ากับ 135 องศา ส่วนโค้งที่รองรับมุมนี้เท่ากับเท่าไร

ก. $\frac{1}{8}$ ของเส้นรอบวง ข. $\frac{3}{8}$ ของเส้นรอบวง

ค. $\frac{2}{3}$ ของเส้นรอบวง ง. $\frac{4}{3}$ ของเส้นรอบวง

1.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุง และแก้ไขตามคำแนะนำก็จะได้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ที่มีความตรงตามเนื้อหาวิชา แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2 จังหวัดนครราชสีมา ที่ผ่านการเรียนเรื่องวงกลมมาแล้ว ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 50 คน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต โดยหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Method :

KR-20) โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป หากข้อสอบดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยง 0.81 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.14 – 0.90 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.04 – 0.44 จากข้อสอบทั้งฉบับจำนวน 45 ข้อ มีข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 34 ข้อ เลือกข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์มากที่สุด จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่งเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งฉบับ

1.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 50 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ค่าความเที่ยง 0.88 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.28 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 0.67 จึงได้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตตามเกณฑ์ที่ต้องการ

2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ วิธีการวัดเจตคติ และการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของเจมส์ ดับบลิว วิลสัน (Jame W. Wilson,1971) ซึ่งเป็นข้อความเชิงนิมานและข้อความเชิงนิเสธ จำนวน 45 ข้อ เป็นแบบวัดความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

	ข้อความนิมาน (ทางบวก)	ข้อความนิเสธ (ทางลบ)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

2.3 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 113) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

(Content Validity) ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ครอบคลุมข้อความภาษาและสำนวนที่ใช้ โดยพิจารณาแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ ดังต่อไปนี้

1) ด้านพุทธปัญญา (Cognitive Component) แก้ไขข้อความที่เป็นปัจจัยต่อการเรียนคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่แสดงถึงการเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์

2) ด้านความรู้สึกต่อการเรียน (Affective Component) เป็นข้อความที่ดีแล้ว เพียงแต่ปรับสำนวนภาษาบางข้อเท่านั้น

3) ด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) ให้ปรับบางข้อความที่เป็นพฤติกรรมการแสดงออกให้เป็นข้อความที่แสดงถึง “ความพร้อมที่จะแสดงออก”

2.4 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 45 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสุรนารีวิทยา 2 อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 50 คน แล้วนำมาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของลี เจ คอนบาค (Lee J. Conbach) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS for Window Version12.0) ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยง 0.78

2.5 ผู้วิจัยคัดเลือกข้อความจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ตรงตามเกณฑ์มากที่สุด จำนวน 30 ข้อ จาก 45 ข้อ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงในครั้งแรก แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 50 คน นำมาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของลี เจ คอนบาค (Lee J. Conbach) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS for Window Version 12.0) ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยง 0.91

2.6 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรต่อไป

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตทำการทดลองสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัยเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไปทำการทดสอบนักเรียนก่อนเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

3. ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ก่อนทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนรู้จักการใช้งานของโปรแกรมในส่วนที่จำเป็นในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ได้อย่างถูกต้อง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1 คำสั่งทั่วไป และการเลือกเครื่องมือในการสร้างจุด วงกลม ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และเส้นโค้ง

ชั่วโมงที่ 2 การสร้างจุดกึ่งกลาง จุดตัด เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก มุม เส้นแบ่งครึ่งมุม

ชั่วโมงที่ 3 การกำหนดชนิด ขนาด และสีของตัวอักษร สีของเส้น การระบายสี และการประยุกต์ใช้โปรแกรม

ชั่วโมงที่ 4 การวัดความยาวของส่วนของเส้นตรงและส่วนโค้ง ระยะห่างระหว่างจุด ขนาดของมุม การใช้คำสั่งการคำนวณ

4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ด้วยตนเอง ตามชั่วโมงเรียนปกติและชั่วโมงการค้นคว้าอิสระของนักเรียนที่โรงเรียนจัดให้ว่างตรงกันจนครบจำนวน 15 ชั่วโมง รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 สัปดาห์ โดยมีผู้ช่วยวิจัย 1 คน ทำหน้าที่ช่วยเหลือในการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียน

5. เมื่อทำการสอนจนครบระยะเวลาที่กำหนดแล้วผู้วิจัยจึงทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร หลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม โดยไม่อนุญาตให้ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการทดสอบและนำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดิมที่ทำการสลับข้อมาทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง

6. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS for Window Version12.0) ตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่นักเรียนได้ทำแล้วมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคน และบันทึกคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ลงในแฟ้มงานของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2. นำคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ได้มาคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษาผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยจำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังจากที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จึงนำเอาค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ที่ได้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้

3. นำคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ได้มาวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test)

4. นำคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test)

5. นำคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (0ne–way analysis of variance) พบว่า แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Sheffe' method)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ดังต่อไปนี้

1.1 ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Method: KR-20) ดังนี้

$$K-R_{20}: r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left\{1-\frac{\sum p_i q_i}{s_t^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

k แทน จำนวนข้อในแบบสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 126)

1.2 ค่าความยาก (Level of difficulty) และอำนาจจำแนก (Power of discrimination) รายข้อของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของจอห์นสัน (Johnson) และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$\text{p} = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l} \times 100$$

$$\text{r} = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ R_h, Rl แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำตามลำดับ

n_h, n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำตามลำดับ

p แทน ค่าความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 144)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS for Window Version12.0) ในการหาค่าสถิติและทดสอบค่ามัชฌิมเลขคณิต ดังต่อไปนี้

1. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$)
2. ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$)
3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
4. ค่าที (t – test)
5. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (0ne–way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Sheffe' method)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย เรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรมGeometer's Sketchpad ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เสนอในตารางที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เสนอในตารางที่ 3 – 6

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เสนอในตารางที่ 7 - 8

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เสนอในตารางที่ 9 - 12

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เสนอในตารางที่ 13 - 14

มีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\overline{X}$	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	s
กลุ่มสูง	16	24.31	81.03	2.36
กลุ่มปานกลาง	29	20.48	68.27	2.65
กลุ่มต่ำ	15	17.13	57.10	2.23
รวม	60	20.67	68.90	3.57

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเฉลี่ยร้อยละ 68.90 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยจำแนกนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ นักเรียนจะมีคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเฉลี่ยร้อยละ 81.03, 68.27 และ 57.10 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตารางที่ 3 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนมโนทัศน์ทาง เรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	s	t
ก่อนการทดลอง	60	11.12	37.07	3.17	- 33.55*
หลังการทดลอง	60	20.67	68.90	3.57	

*p < 0.05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	16	13.44	1.67	- 22.56*
หลังการทดลอง	16	24.31	2.36	

*p < 0.05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	29	11.31	2.86	- 26.38*
หลังการทดลอง	29	20.48	2.65	

*p < 0.05

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	15	8.27	2.87	- 13.27*
หลังการทดลอง	15	17.13	2.23	

*p < 0.05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	400.92	200.46	32.608*
ภายในกลุ่ม	57	350.41	6.15	
รวม	59	751.33		

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' method) ปรากฏผลในตารางที่ 8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตามวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' method)

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	สูง ($\overline{X}$ = 24.31)	ปานกลาง ($\overline{X}$ = 20.48)	ต่ำ ($\overline{X}$ = 17.13)
สูง ($\overline{X}$ = 24.31)	-	3.83*	7.18*
ปานกลาง ($\overline{X}$ = 20.48)	-	-	3.35*
ต่ำ ($\overline{X}$ = 17.13)	-	-	-

*p < 0.05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำเป็นรายคู่ ปรากฏว่า ทั้ง 3 คู่ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตารางที่ 9 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	60	87.20	15.13	-11.142*
หลังการทดลอง	60	100.18	13.50	

*p < 0.05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	16	106.44	9.14	- 3.675*
หลังการทดลอง	16	115.56	7.30	

*p < 0.05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	29	91.45	9.78	- 3.999*
หลังการทดลอง	29	98.45	10.67	

*p < 0.05

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ระยะเวลา	n	$\overline{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	15	90.60	5.12	- 1.672
หลังการทดลอง	15	91.13	5.26	

$p < 0.05$

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	5040.14	2520.07	32.849*
ภายในกลุ่ม	57	4373.84	76.72	
รวม	59	9412.98		

*p < 0.05

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' method) ปรากฏผลในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่ามัชฌิมเลขคณิต ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตามวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' method)

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	สูง ($\overline{X}$ = 115.56)	ปานกลาง ($\overline{X}$ = 98.45)	ต่ำ ($\overline{X}$ = 91.13)
สูง ($\overline{X}$ = 115.56)	-	17.11*	24.43*
ปานกลาง ($\overline{X}$ = 98.45)	-	-	7.31*
ต่ำ ($\overline{X}$ = 91.13)	-	-	-

*p < 0.05

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เป็นรายคู่ พบว่า ทั้ง 3 คู่ มีคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีจุดประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
3. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purpose Sampling) ทำการสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ที่เลือกเรียนวิชาเพิ่มเติม จำนวน 4 ห้องเรียน โดยมีการจัดนักเรียนเข้าห้องเรียนแบบคละความสามารถ ผู้วิจัยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้อง ห้องเรียนละ 30 คน รวมเป็น 60 คน แล้วแบ่งนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2547 ตามเกณฑ์การประเมินผลการเรียน จากคู่มือการประเมินผลการเรียน หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ดังกล่าวแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับดีถึงดีมาก โดยมีคะแนนตั้งแต่ 70 ถึง 100 คะแนน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ได้นักเรียนจำนวน 16 คน
- นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ โดยมีคะแนนตั้งแต่ 60 ถึง 69 คะแนน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ได้นักเรียนจำนวน 29 คน
- นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุงและต่ำกว่า โดยมีคะแนนต่ำกว่า 60 คะแนน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ได้นักเรียนจำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Method: KR-20) เท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.28–0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20–0.67
2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของลี เจ คอนบาค (Lee J. Conbach) เท่ากับ 0.91

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนนักเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง ก่อนการทดลองสอนผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม แล้วดำเนินการสอนโดยมีแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองโดยใช้ค่าที (t–test) และมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

(0ne–way analysis of variance) พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Sheffe' method)

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

4. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีค่ามัฌชิมเลขคณิตของคะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เท่ากับ 68.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงรูปเรขาคณิตได้ง่าย และรวดเร็วกว่าการใช้อุปกรณ์การเรียนปกติ รวมทั้งสามารถใช้เครื่องมือของโปรแกรมในการวัดความยาว วัดขนาดของมุม และการเคลื่อนรูป เพื่อค้นหาและตรวจสอบข้อคาดเดาได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของแกดเดิร์ต (Gaeddert, 2001) ที่กล่าวว่า "โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น" และสอดคล้องกับผลการวิจัยของฟลานาเกน (Flanagan, 2001) ซึ่งได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 พบว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และเครื่องคำนวณกราฟิก TI-92 มีส่วนช่วยในการทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมากขึ้น นอกจากนี้การวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลวิจัยของเชอร์ (Scher, 2002) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสร้างรูปเรขาคณิตระหว่างการสร้างรูปในกระดาษ และการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่สามารถเคลื่อนรูปได้ พบว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ส่งผลโดยตรงต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ทั้งสามกลุ่มมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ทดลอง ได้ฝึกการคิดการให้เหตุผลโดยการใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad ทำให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน และสามารถทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้อย่างลึกซึ้ง จึงส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์

ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมาก ทั้งในกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอัลเมคดาดี (Almeqdadi, 2000) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศจอร์แดน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของจูลี่ (July, 2001) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อ มโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย สร้างรูปด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของอรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์ (2542) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ที่มีต่อความสามารถใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จะเห็นว่าการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในระดับลึกได้ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของโจนาสเซน (Jonassen, 2002) ที่กล่าวว่า "การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในกิจกรรมการเรียนรู้สามารถยกระดับความคิดของผู้เรียนได้"

3. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากข้อค้นพบที่ว่า

เชาว์ปัญญามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (จารุวรรณ สิงห์ม่วง, 2529) ซึ่งเชาว์ปัญญา หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ คนที่มีระดับเชาว์ปัญญาสูงกว่าจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่าคนที่มีระดับเชาว์ปัญญาต่ำกว่า (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2533) กล่าวคือนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันทางด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีสติปัญญาแตกต่างกันจะมีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์แตกต่างกันส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของฮานนาฟิน (Hannafin, 2004) ที่ศึกษาผลของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้างที่ได้จากแบบทดสอบอย่างง่ายและยาก ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถ ในการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะมีความกระตือรือร้น ตั้งใจเรียน สามารถใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการหาข้อค้นพบได้รวดเร็ว สามารถที่จะสรุปข้อค้นพบได้ในมโนทัศน์ที่เรียนได้ด้วยตนเอง ชอบที่จะอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็น ชอบที่จะแก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเอง และทำงานที่ได้รับมอบหมายได้เร็วกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ จึงทำให้ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แล้วนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

4. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่มพบว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการเรียนรู้มโนทัศน์เรื่อง วงกลม นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจสมบัติต่างๆ ด้วยการสร้างรูป วัดความยาวของส่วนของเส้นตรง เส้นโค้ง และวัดขนาดของมุม ซึ่งในการเรียนปกติต้องใช้เวลามากทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน แต่เมื่อนักเรียนใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้นักเรียนมีความสนุกในการเรียน มีความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นในนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง แต่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำจะมีความสนใจอยู่ในระยะหนึ่งเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของยูซิฟ (Yousif, 1997) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อเจตคติทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า เจตคติทางเรขาคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยสังเกตว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนจะมีความสนใจในการเรียนอยู่ในระยะหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการที่เป็นเช่นนี้ตรงกับความคิดเห็นของยุพิน พิพิธกุล (2530: 232-237) ที่กล่าวถึงนักเรียนว่า นักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกัน นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์อยู่แล้วในขณะที่นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์อ่อนจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์อ่อนหรือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำจะมีลักษณะดังนี้ ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ มีความสนใจในสิ่งที่เรียนในระยะสั้นๆ ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ไม่มีสมาธิในการเรียน ชอบนั่งใจลอย มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม มีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่านักเรียนอื่น มีเจตคติในเชิงลบต่อวิชาคณิตศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำจึงต้องใช้เวลามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง สำหรับการเปลี่ยนแปลงเจตคตินั้นจะขึ้นอยู่กับความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีความสอดคล้องระหว่างความรู้สึกหรืออารมณ์กับความรู้ ความเข้าใจ (Affective Cognitive Consistency) ของโรเซนเบิร์ก (Rosenberg, 1963) ที่อธิบายว่า "เจตคติจะไม่เปลี่ยนถ้ายังมีความสอดคล้องกันระหว่างความรู้สึกหรืออารมณ์กับความรู้ ความเข้าใจ แต่ถ้าองค์ประกอบทั้งสองนี้ขัดแย้งกันจะต้อง

มีการเปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกัน" ซึ่งสอดคล้องกับแสงเดือน ทวีสิน (2545: 71) ที่กล่าวไว้สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลจะต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร เนื่องจากในการสร้างเจตคติแต่ละเรื่องนั้นต้องใช้เวลาสั่งสมยาวนานการที่จะเปลี่ยนแปลงเจตคติจึงต้องอาศัยเวลาเช่นกัน จึงทำให้ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งตรงกับผลการวิจัยของ มา ซิน ซู เจียงมิน (Ma, Xin ; Xu, Jiangmin, 2004) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ข้อสรุปดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของมังเกอร์และลอยด์ (Munger and Loyd, 1989) ที่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันจะมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันด้วย ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (2530: 232-233) ที่กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันในด้านสติปัญญา นักเรียนที่มีสติปัญญาเก่งมักจะมีความกระตือรือร้น สนใจในการเรียน และมีเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีสติปัญญาปานกลางมักจะไม่แสดงความเด่นหรือด้อยออกมาจนเห็นได้ชัด และนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำมักจะมีเจตคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ คิดว่าตนเองเป็นผู้ล้มเหลวอยู่เสมอ และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน เช่น จะมาถึงห้องเรียนเร็วกว่าคนอื่น ฝึกใช้งานโปรแกรมได้เร็ว สามารถประยุกต์ใช้งานโปรแกรมได้ ขณะเรียนมักจะสนใจซักถามในเรื่องที่เรียน มีความสนุกในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมักจะเข้าห้องเรียนช้า ไม่สนใจทำกิจกรรม ชอบทำงานอื่นขณะเรียน ชอบพูดคุยเรื่องอื่นขณะที่ครูสอน จากความแตกต่างของนักเรียนและความสัมพันธ์

ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงทำให้ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ สรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และการวิจัยครั้งต่อไป ได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับตัวอย่างประชากรที่เป็นนักเรียนหญิง ได้สังเกตพบว่า นักเรียนหญิงมีความกระตือรือร้นในการเรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในลักษณะอื่นๆ นอกเหนือจากการสอนของครูได้อย่างรวดเร็ว

1.2 จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นโปรแกรม The Geometer's Sketchpad จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนให้นำไปใช้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในบทเรียนเรขาคณิต พีชคณิต และแคลคูลัส

1.3 ครูผู้สอนอาจจะนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนสอนสำหรับเนื้อหา ระดับชั้น หรือประยุกต์ใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา ระดับชั้น หรือประยุกต์ใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ เป็นต้น

2.2 ควรมีการนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนเนื้อหาทางเรขาคณิต พีชคณิต และแคลคูลัสในระดับมัธยมศึกษา

2.3 ควรมีการนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปใช้ในการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมักมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

กฤษณา คิดดี. การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

กิดานันท์ มลิทอง. ไอซีที เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์, 2548.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: ซัคเซสมีเดีย, 2545.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2543.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานการพิมพ์, 2542.

จารุวรรณ สิงห์ม่วง. การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยคะแนนจากแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบเชาวน์ปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

จำนง พรายแย้มแข. การประเมินผลการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพมหานคร: สารมวลชน จำกัด มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.

ฉลอง บุญญานันต์. ปฏิรูปการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้เป็นฐาน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2547.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

ชาริณี ตรีวรัญญู. ผลของการจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักซิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ณัชชา กมล. ผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ดนัย ยังคง. การใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก (Graphic Calculator) ในเอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ. ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2541.

ดวงเดือน พันธุมนาวิน. "การวัดและการวิจัยทัศนคติที่เหมาสมตามหลักการวิชาการ" วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 1(มิถุนายน 2531): 62-81.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. การสร้างเสริมสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ดุจเดือน พันธุมนาวิน. ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของพฤติกรรมการพัฒนานักเรียนของครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2547.

นภาพร เมฆรักษาวนิช. ความสัมพันธ์ระหว่างนิสัยในการเรียน ทัศนคติในการเรียน สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. สารพัฒนาหลักสูตร. 14(ตุลาคม–ธันวาคม 2537): 55–60.

นาตยา ปิลันธนานนท์. การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แม็ค, 2542.

นิคม ทาแดง. เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2545.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. นวัตกรรม เทคโนโลยี สื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: นีลนาราการพิมพ์, 2546.

บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2537.

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด. ประชากรศึกษา. 31(กุมภาพันธ์ 2523): 6-17.

ประยูร อาษานาม. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ประกายพรึก, 2537.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2546.

ปัทมา ศรขาว. ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: ต้นอ้อแกรมมี่, 2538.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. การวัดและการประเมินผลการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2531.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

เมธี ลิมอักษร. แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์สงขลา, 2520. (อัดสำเนา)

ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์: ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์, 2546.

ยุพิน พิพิธกุล. จะสอนคณิตศาสตร์อย่างไร. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2545): 15.

วรรณวิภา สุทธเกียรติ. การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2542.

วิชัย วงษ์ใหญ่. กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สวีริยา, 2537.

วิชาการ, กรม. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2547. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2547.

ศิริเดช สุชีวะ. เอกสารคำสอน วิชา 2702420 ระเบียบวิธีวิจัยทางศึกษาศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช, 2544.

ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์. “ทัศนคติในแง่ของจิตวิทยา” วารสารวัดผลการศึกษา. 3(กันยายน-ธันวาคม 2524): 5.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3-4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เรขาคณิต. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารเสริมความรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต. กรุงเทพมหานคร: คอมม่า ดีไซน์แอนด์พริ้น, 2546.

สมจิต ชิวปรีชา. แนวการคิดในการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบัน, วารสารการศึกษา ก.ท.ม. 10 (มีนาคม 2528): 11-12.

สมชาย ชูชาติ. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, วารสารคณิตศาสตร์. 336-337 (กันยายน – ตุลาคม 2529): 8 – 18.

สิริพร ทิพย์คง. การเรียนการสอนเรขาคณิต ในเอกสารการสอนชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

สุจิรา มุสิกะเจริญ. การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรนารีวิทยา. โรงเรียน. หลักสูตรสถานศึกษาสาระคณิตศาสตร์. นครราชสีมา: หมวดคณิตศาสตร์, 2545.

สุรางค์ โค้วตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

สุรางค์ โค้วตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สุวัฒนา อุทัยรัตน์. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สุวัฒนา อุทัยรัตน์. วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุวิทย์ มูลคำ. กลยุทธ์การสอนเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2547.

แสงเดือน ทวีสิน. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยเส็ง, 2545.

แหวนไพลิน เย็นสุข. การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

อรรถศาสน์ นิมิตพันธ์. ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ความเท่ากัน

ทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

อลัน ไรท์. "On-Line Support as Strategy for Developing Mathematical Thinking" ในเอกสารประกอบการอบรมวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: หลักสูตรที่ 3 ของโครงการเงินกู้ธนาคารโลก. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2547. (อัดสำเนา)

อัมพร ม้าคนอง. คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

อุทุมพร จามรมาน. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน. กรุงเทพมหานคร: พลับบลิชชิ่ง, 2532.

ภาษาอังกฤษ

Allport, Gardon W. Reading in Attitude Theory and Measurement. New York: John Wiley and Sons Ins, 1967.

Almegdadi, Farouq. 2000. The Effect of Using Geometer's Sketchpad (GSP) on Jordanian Students' Understanding of Geometrical Concepts. Dissertation Abstracts Online. Available from: http:// www.ERIC:ED477317 (2004, June 7).

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 4th ed. New York: Macmillan Co, 1967.

Ausubel, David P. Educational Psychology: A cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

Baharvand , Mohsen. 2001. A comparison of the Computer-Assisted Instruction Versus Traditional Approach to Teaching Geometry. Dissertation Abstracts Online. Available from: ProQuest Digital Dissertation: DAI-A 64/11 (2004, June 12).

Bell, T.H. Redefining the federal role in education [reprinted from Summer/Fall 1981 issue]. Action in Teacher Education, 9(1987-1988): 2-61.

Brad G. and Walter D. 2001. Making Better Use of Computer Tools in Geometry. The Mathematics Teacher. 94(May, 2001): 9-224.

Bruner, J.S., Goodnow, Jacqueine J. and Austin, George A. A Study of Think. New York: John Wiley and Sons, 1957.

Clements, D.H., et. al. The earliest geometry. Teaching Children Mathematics. 2(October 2000): 6-82

Cooney, Thomas J., Davis, Edward J. & Henderson, K.B. Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics. Boston: Houghton Mifflin Company, 1975.

Cooney, Thomas J., Davis, Edward J. & Henderson, K.B. Dynamics Teaching Secondary School Mathematics. 2nd ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1983.

De Cecco, John P. The Psychology Learning and Instruction: Education Psychology. United States of America: Prentice – Hall, 1968.

Edwards, Allen L. Technique of Attitude Scale Construction. New York: Appleton-Century croffs, 1957.

Embse, Charles V. Technology Tips : Visualizing Least – Square Lines of Best Fit. The Mathematics Teacher. 90(May, 1997): 404 - 408.

Flanagan, Karen A. High School Students Understandings of Geometric Transformations in the Context of a Technological Environment. The Pensylvania State University. 2001. Dissertation Abstracts Online. Available from: ProQuest Digital Dissertation: DAI-A 62/07 (2004, June 12).

Frayer, Dorothy A., Fredrick, Wayne C. and Klausmeier, Herbert J. A Schema for Testing the Level of Concept Mastery. Working Paper No.16(Madison, Wiscosin Research and Development Center for Cognitive Learning, April, 1969)

Gaeddert, Terri J. 2001. Using Accelerated Math to Enhance Student Achievement in High School Mathematics Courses. Dissertation Abstracts Online. Available from: http:// www.ERIC:ED463177 (2004, June 7).

Good, Carter V. Dictionary of Education. 3 rd ed. New York: McGraw-Hill, 1973.

Good, Carter V. Dictionary of Education. United State of America: McGraw-Hill, 1959.

Groman, Margaret W. 1996. “Integrating Geometer’s Sketchpad into a Geometry Course for Secondary Education Mathematics Majors”. Dissertation Abstracts Online. Available from: http:// www.ERIC:ED405817 (2004, June 10).

Hananfin. Robert D. Achievement Differences in Structured Versus Unstructured Instructional Geometry Programs. Educational Technology Research and Development. 1(2004):19-32.

Jonassen, D.H., et. al. Computers as mindtools for schools: engaging critical thinking. 2nd ed Merrill, 2000.

July, Raguel A. Thinking in Three Dimensions: Exploring Students' geometry thinking and Spatial ability with Geometer's Sketchpad. 2001. Dissertation Abstracts Online. Available from: ProQuest Digital Dissertation: DAI-A 62/06 (2004, June 12).

Kaput, James J. ; Shaffer, David W. Mathematics and virtual culture: an evolutionary perspective on technology and mathematics education. Educational Studies in Mathematics, 2(1998-1999): 97-119

Lasley, T.J. and Matczynski, T.J. Strategies for Teaching in a Diverse Society: Instructional Models. Belmont. CA: Wadwoth, 1997.

Ma, Xin ; Xu, Jiangmin. Determining the Causal Ordering between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics. American Journal of Education. 3(May 2004): 80-256.

Mathematical Sciences Education Board. Counting on You: Actions Supporting Mathematics Teaching Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1991.

McGuire, William J. The Nature of Attitudes and Attitude change. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co., 1969.

Melczarek, Robert J. The effects of problem-solving activities using dynamic geometry computer software on readiness for self-directed learning. University of Florida, 1996.

Moss, Laura J. The use of dynamic geometry software asacognitive tool. The University of Texas at Austin2000. Dissertation Abstracts Online. Available from: ProQuest Digital Dissertation: DAI-A 61/11 (2004, June 10).

Moyer, Todd O. An Investigation of the Geometer's Sketchpad on the Van Hiele Levels. Doctoral Dissertation, Temple University. Pensylvania, 2003. Dissertation Abstracts Online. Available from: ProQuest Digital Dissertation: DAI-A 64/11 (2004, June 12).

Munger, G. F. & Loyd, B. H. (1989). Gender and attitudes toward computers and calculators: Their relationship to math performance. Journal of Educational Computing Research, 5(2), 167-177.

National Council of Teachers of Mathematics. Principles and Standards for School Mathematics. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, INC. 2000.

National Council of Teachers of Mathematics. Professional Standards for Teaching Mathematics. Reston, 1991.

Rosenburg, Milton J. and Hovland, Carl I. Attitude-Organization and Change. New Haven: Yale University Press, 1963.

Scher, Daniel P. Student's Conceptions of Geometry in a Dynamic Geometry Software Environment. New York University. United State of America, 2003. Dissertation Abstracts Online. Available from: http:// www.ERIC:EJ520681 (2004, June 10).

Shaw, Marvin E. and Wright, Jack M. Scalar for the Measurement of Attitudes. New York: McGraw-Hall Book Co., 1971.

Thurstone, L. L. Attitude can be Measured. New York: John Wiley and Sons, 1982.

Triandis, Harry C. Attitude and Attitude Change. New York: John Wiley and Sons Ins, 1971.

Vinner, S. "Concept Definition, Concept Image and the Nation of Function". The International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 14(January-February 1983): 293-305.

Wertheimer, R. The Geometry Proof Tutor: An Intelligent Computer-Based Tutor in the Classroom. National Council of Teachers of Mathematics. (April 1990): 308-317.

Wilson James W. Evaluation of learning in Secondary School Mathematics. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York: McGraw-Hill Book Company, 1971.

Yousif, Adil E. The Effect of Geometer's Sketchpad on the Attitude toward Geometry of High School Students. Doctoral Dissertation, Ohio University. United State of America, 1997.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ผศ. ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
อาจารย์ ดร. วรรณวิภา สุทธิเกียรติ	โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
อาจารย์ นิลุบล แคกระโทก	โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา

2. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผศ. ดร. ดุจเดือน พันธุมนาวิน	สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์
อาจารย์ จรินทร วินทะไชย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ พิสมัย สุคันธรส	โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2970

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมวงษ์ แปลงประสพโชค

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุพธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2971

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ ดร.วรรณวิภา สุทธิเกียรติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนานโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2972

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์นิลุบล แคกระโทก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2966

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุจเดือน พันธุมนาวิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนานามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานหลักสูตรและการสอน (บัณฑิตศึกษา) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82680

ที่ ศธ.0512.6(2770.0603)/2967 **วันที่** 28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์จรินทร วินทะไชย์

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดีด้านหลักสูตรและการสอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2968

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

16 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์พิลมัย สุคันธรส

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจในการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2964

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบุญวัฒนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสุมล ผกามาศ ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2963

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรนารีวิทยา 2

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2965

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสุมล ผกามาศ ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ ลุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2962

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรนารีวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ.0512.6(2700.0603)/2961

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330.

28 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรนารีวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ว่าที่ร้อยตรีวัชรสันต์ อินธิสาร ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระ ความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม จำนวน 1 ชั่วโมง

---

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกลักษณะของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันได้ถูกต้อง
2. บอกความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันได้ถูกต้อง
3. ระบุความสัมพันธ์ของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ร่วมกันอภิปราย – แสดงความคิดอย่างมีเหตุผล
2. นำเสนอผลงานได้ชัดเจน ถูกต้อง

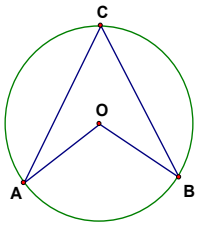
ด้านคุณลักษณะ

1. ดำเนินการตามกิจกรรมที่กำหนด ด้วยความรับผิดชอบ และมีวินัยในตนเอง
2. เป็นคนช่างสังเกต และกล้าแสดงออก

2. สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

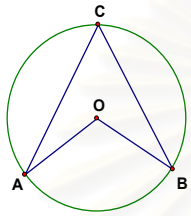
ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $A\hat{C}B$ เป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลม และ $A\hat{O}B$ เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ดังรูป



จากรูป $A\hat{C}B$ และ $A\hat{O}B$ ต่างมี $\overset{\frown}{AB}$ รองรับมุม จะกล่าวได้ว่า $A\hat{C}B$ และ $A\hat{O}B$ เป็น*มุมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน*

มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

ตัวอย่าง จากรูป กำหนดให้ $A\hat{C}B = 60$ องศา



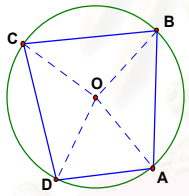
จะได้ว่า $A\hat{O}B = 2(A\hat{C}B)$

$= 2(60)$

$= 120$ องศา

พิจารณาความสัมพันธ์ ต่อไปนี้

กำหนดให้สี่เหลี่ยม ABCD เป็น*รูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม* ที่มี O เป็นจุดศูนย์กลาง กล่าวคือ มุม A , B , C และ D อยู่บนวงกลมทั้งสี่จุด



ลาก $\overline{OB}$ และ $\overline{OD}$ ดังนั้น $B\hat{O}D = 2B\hat{C}D$

มุมกลับ $B\hat{O}D = 2B\hat{A}D$

ดังนั้น $B\hat{O}D$ + มุมกลับ $B\hat{O}D = 2B\hat{C}D + 2B\hat{A}D$

ดังนั้น $360 = 2(B\hat{C}D + B\hat{A}D)$

นั่นคือ $B\hat{C}D + B\hat{A}D = 180$ องศา

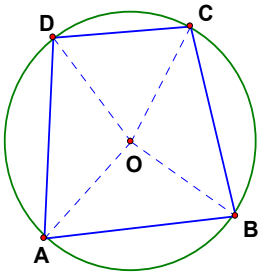
ในทำนองเดียวกันถ้าลาก $\overline{OA}$ และ $\overline{OC}$ เราก็สามารถพิสูจน์ได้ว่า

$A\hat{B}C + A\hat{D}C = 180$ องศา

ที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า

ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม จะเท่ากับ180องศา

<u>ตัวอย่าง</u> จากรูป กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง และ $A\hat{O}C$ = 170 องศา



ดังนั้น มุมกลับ $A\hat{O}C = 360 - 170 = 190$

$$A\hat{B}C = \frac{1}{2}(170) = 85$$

$$A\hat{B}C + A\hat{D}B = 180$$

$$A\hat{D}B = 180 - 85 = 95 \text{ องศา}$$

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 4.1 ข้อ 1 เพื่อทบทวนเกี่ยวกับชนิดของมุมในวงกลม การเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อมุมและความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุม หลังจากนักเรียนทำเสร็จแล้วครูเปิดไฟล์สำเร็จรูป Cir 4.1 ฉายภาพบนจอ LCD Projector ใช้การถามตอบเพื่อเฉลยข้อ 1 แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในครึ่งวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลม จนเกิดความเข้าใจถูกต้อง

2. ให้นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับมุมในวงกลมจากข้อ 1 เพื่อพิจารณาว่ามุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมในข้อใดที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ทำลงในใบงานที่ 4.1 ข้อ 2 เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วครูสุ่มนักเรียนเพื่อเฉลยแต่ละข้อย่อยนั้นโดยให้อธิบายเหตุผลในการตอบ แล้วให้เพื่อนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและอภิปรายเหตุผลเพิ่มเติม จนทำให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของมุมต่างชนิดกันที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

ขั้นสอน

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลมจากใบงานที่ 4.2 ดังต่อไปนี้

<u>ขั้นการสร้างรูป</u>

ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบงานที่ 4.2 แล้วใช้โปรแกรม GSP สร้างวงกลมและมุมในวงกลมตามขั้นตอนการสร้างรูป ถ้านักเรียนคนใดไม่สามารถสร้างได้ครูช่วยแนะนำและอธิบายวิธีการเพิ่มเติมจนนักเรียนสามรถสร้างได้ดังรูปต้นแบบ

ขั้นทดลอง (หาข้อค้นพบ)

1. ให้นักเรียนใช้คำสั่งในโปรแกรม GSP วัดขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสอง ตามขั้นตอนแล้วเติมลงในใบงาน
2. ให้นักเรียนใช้เครื่องมือในโปรแกรม GSP เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงของมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และความยาวของส่วนโค้งตามสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเติมลงตารางในใบงานที่ 4.2
3. ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันเมื่อเปลี่ยนจุดยอดมุมในส่วนโค้งของวงกลมหรือความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสอง นักเรียนจะพบว่า ขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางจะเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมเสมอ เขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $m(\overset{\wedge}{AOB}) = 2\,m(\overset{\wedge}{ACB})$

ขั้นสรุปข้อค้นพบ

- หลังจากนักเรียนทำใบงานที่ 4.2 เสร็จแล้ว ครูเปิดไฟล์สำเร็จรูป Cir 4.2 ฉายภาพบนจอ LCD Projector และใช้การถามตอบเพื่อเฉลยใบงาน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ของขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ทำให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นสมบัติเกี่ยวกับวงกลมได้ว่า “มุมที่จุดศูนย์กลาง ของวงกลมมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน”
- เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันมากขึ้นจึงให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมที่ 1 ในใบงานที่ 4.3 ตามขั้นตอนในใบงาน นักเรียนจะได้ข้อสรุปว่า “มุมกลับ AOB มีขนาดเป็นสองเท่าของมุมACB เมื่อรองรับด้วยส่วนโค้ง AB” และนักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 ตามขั้นตอนในใบงาน นักเรียนจะได้ข้อสรุปว่า “ผลบวกของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม จะเท่ากับ 180 องศา”

ขั้นสรุป

1. ครูใช้รูปจากไฟล์สำเร็จรูป Cir 4.2 และ Cir 4.3 แสดงภาพบนจอ LCD Projector แล้วให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้ จากการเรียนในชั่วโมงนี้ โดยใช้การถามตอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยต่างๆ
2. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาในเอกสารฝึกหัดที่ 4 แล้วให้ทำเป็นการบ้าน

4. สื่อการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 4.1 , 4.2 และ 4.3
2. ไฟล์สำเร็จรูป Cir 4.1 , Cir 4.2 และ Cir 4.3
3. เอกสารฝึกหัดที่ 4
4. โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP)
5. เครื่องฉาย LCD Projector

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตการใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) 3. สังเกตการนำเสนอผลงานที่ทำ 4. การทำเอกสารฝึกหัด	1. นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2. นักเรียนสามารถสร้างรูป และใช้เครื่องมือการวัดขนาดและความยาวได้ถูกต้อง 3. นักเรียนทุกคนตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง 4. นักเรียนสามารถทำเอกสารฝึกหัดที่ 4 ได้ทุกคน

6. บันทึกหลังการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

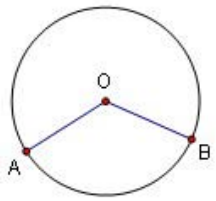
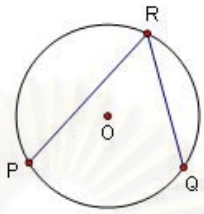
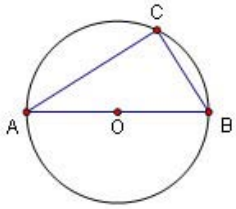
.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

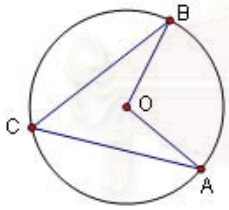
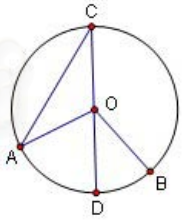
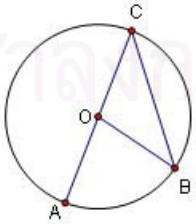
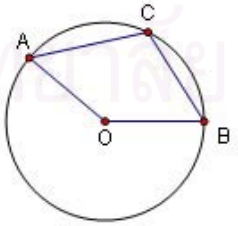
ใบงานที่ 4.1

ชื่อ..... ชั้น ม.3/..... เลขที่ .....

1. ให้นักเรียนพิจารณามุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม แล้วบอกชื่อมุม และส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้น ดังต่อไปนี้

		
1.มุม AOB เป็นมุม..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์..... 2.มุม AOB รองรับด้วยส่วนโค้ง..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์..... 3.มุมกลับ AOB รองรับด้วยส่วนโค้ง..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์.....	1.มุม PRQ เป็นมุม..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์..... 2.มุม PRQ รองรับด้วยส่วนโค้ง..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์.....	1.มุม ACB เป็นมุม..... มีขนาดเท่ากับ.....องศา เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์..... 2.มุม ACB รองรับด้วยส่วนโค้ง..... เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์.....

2. จงพิจารณาว่ามุมที่กำหนดให้ในข้อใด มีมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

1)  $\overset{\wedge}{AOB}$ และ $\overset{\wedge}{ACB}$ รองรับด้วยส่วนโค้ง.....	2)  $\overset{\wedge}{AOB}$ และ $\overset{\wedge}{ACD}$ รองรับด้วยส่วนโค้ง.....
3)  $\overset{\wedge}{AOB}$ และ $\overset{\wedge}{ACB}$ รองรับด้วยส่วนโค้ง.....	4)  มุมกลับ AOB และ $\overset{\wedge}{ACB}$ รองรับด้วยส่วนโค้ง.....

สรุปได้ว่า

มุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ได้แก่รูปที่.....

ใบงานที่ 4.2

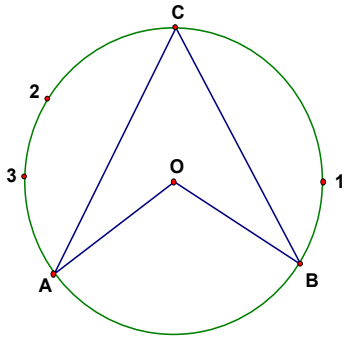
ชื่อ..... ชั้น ม. 3/..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน สามารถตรวจสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นการสร้างรูป

1. ให้นักเรียนเปิดแฟ้มเอกสารในโปรแกรม GSP
2. ใช้เครื่องมือ เพื่อสร้างรูปวงกลมที่มีรัศมีพอสมควร
3. ใช้เครื่องมือ เพื่อสร้างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม แล้วใช้เครื่องมือ เพื่อกำหนดชื่อมุม AOB
4. ใช้เครื่องมือ กำหนดให้จุด A และจุด B เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อสร้างมุมในส่วนโค้งของวงกลม ใช้เครื่องมือ เพื่อกำหนดชื่อมุม ACB

รูปต้นแบบ



ขั้นการทดลอง (เพื่อหาข้อค้นพบ)

ให้นักเรียนวัดขนาดของมุม โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. คลิกที่จุด A,O และ B ตามลำดับ ใช้คำสั่ง Measure เลือก Angle จะได้ขนาดของมุม AOB
2. คลิกที่จุด A,C และ B ตามลำดับ ใช้คำสั่ง Measure เลือก Angle จะได้ขนาดของมุม ACB

ให้นักเรียนวัดความยาวของส่วนโค้ง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

คลิกที่จุด A,O และ B ตามลำดับ ใช้คำสั่ง Transform เลือก Mark Angle แล้วใช้คำสั่ง Measure เลือก Arc Angle จะได้ความยาวของส่วนโค้ง AB

1. ให้นักเรียนสังเกตความยาวของส่วนโค้ง วัดขนาดของมุมและตอบคำถามตามสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์	m($\overset{\wedge}{AOB}$)	m($\overset{\wedge}{ACB}$)	m($\overset{\frown}{AB}$)
1. รูปต้นแบบ	.....	.....	.....
2. เปลี่ยนจุด C ไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ 1	.....	.....	.....
3. เปลี่ยนจุด C ไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ 2	.....	.....	.....
4. เปลี่ยนจุด C ไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3	.....	.....	.....
5. เมื่อลดความยาวของส่วนโค้ง AB	.....	.....	.....
6. เมื่อเพิ่มความยาวของส่วนโค้ง AB	.....	.....	.....

2. คลิกที่จุดต่างๆ ที่อยู่บนเส้นรอบวงของวงกลม แล้วโยกรูปจะได้ความสัมพันธ์ของ $A\hat{C}B$ และ $A\hat{O}B$ เหมือนเดิมหรือไม่

ตอบ .....

<u>ขั้นการสรุป</u>

1. จากตาราง ให้ความยาวของส่วนโค้ง AB คงที่ เมื่อเปลี่ยนจุด C ไปที่ตำแหน่งที่ 1 , 2 และ 3 ขนาดของมุม AOB เป็นอย่างไร

   ตอบ .....

2. จากตาราง ให้ความยาวของส่วนโค้ง AB คงที่ เมื่อเปลี่ยนจุด C ไปที่ตำแหน่งที่ 1 , 2 และ 3 ขนาดของมุม ACB เป็นอย่างไร

   ตอบ .....

3. จากตาราง ให้ความยาวของส่วนโค้ง AB คงที่ เมื่อเปลี่ยนจุด C ไปที่ตำแหน่งที่ 1 , 2 และ 3 ขนาดของมุม AOB สัมพันธ์กับมุม ACB เป็นอย่างไร

   ตอบ .....

4. จากตาราง เมื่อเพิ่มหรือลดความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุม AOB และมุม ACB ขนาดของมุม AOB สัมพันธ์กับมุม ACB เป็นอย่างไร

   ตอบ .....

สรุปได้ว่า

" มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาด.....ของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน" เขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบงานที่ 4.3

ชื่อ..... ชั้น ม.3/..... เลขที่ .....

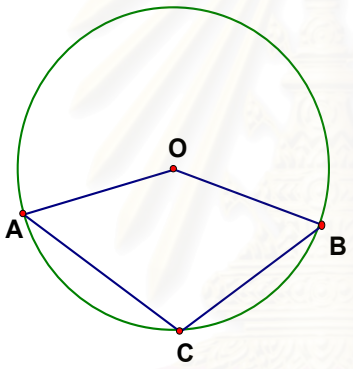
เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันยิ่งขึ้น ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม ต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1

ขั้นการสร้างรูป

ให้นักเรียนสร้างรูปในโปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) ตามรูปต้นแบบต่อไปนี้

รูปต้นแบบ



การใช้คำสั่ง GSP

- เลือก เพื่อสร้างวงกลม
- เลือก เพื่อกำหนดชื่อมุม
- เลือก เพื่อสร้างรัศมี
- คลิกที่วงกลม O แล้วเลือก edit copy เลือกตำแหน่งแล้ว edit ▶ past
- เลือก เพื่อสร้างมุม QPR
- ใช้ Measure ▶ Angle เพื่อวัดขนาดของมุม

ขั้นการทดลอง

ให้นักเรียนวัดขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม แล้วตอบคำถาม ต่อไปนี้

1) $\overset{\wedge}{AOB}$ = ... องศา
2) มุมกลับ AOB = ... องศา
3) $\overset{\wedge}{ACB}$ = ... องศา
4) คลิกที่จุด C แล้วโยกรูป ขนาดของ $\overset{\wedge}{ACB}$ และ $\overset{\wedge}{AOB}$ สัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ .....

ขั้นการสรุป

จะได้ว่า มุมกลับ AOB มีขนาด ..... ของ $\overset{\wedge}{ACB}$

เขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ .....

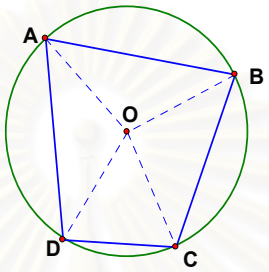
กิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนพิจารณาผลบวกของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม โดยใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP)

ขั้นการสร้างรูป

ให้นักเรียนสร้างรูปในโปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) ตามรูปต้นแบบต่อไปนี้

รูปต้นแบบ



ขั้นการทดลอง

ให้นักเรียนวัดขนาดของมุม และตอบคำถาม ต่อไปนี้

1. $A\hat{O}B$ = ... และ $A\hat{B}C$ = ...
2. มุมกลับ $A\hat{O}B$ = ... และ $A\hat{D}C$ = ...
3. $A\hat{B}C + A\hat{D}C$ = ...
4. $B\hat{O}D$ = ... และ $B\hat{A}D$ = ...
5. มุมกลับ $B\hat{O}D$ = ... และ $B\hat{C}D$ = ...
6. $B\hat{A}D + B\hat{C}D$ = ...

ขั้นการสรุป

1. จากข้อ 4 จะได้ว่า $A\hat{B}C$ เป็นมุมตรงข้ามกับ $A\hat{D}C$ และมีขนาดของมุมรวมกันเท่ากับ..... องศา
2. จากข้อ 6 จะได้ว่า $B\hat{A}D$ เป็นมุมตรงข้ามกับ $B\hat{C}D$ และมีขนาดของมุมรวมกันเท่ากับ..... องศา

สรุปได้ว่า

ผลบวกของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม เท่ากับ ..... องศา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารฝึกหัดที่ 4

ชื่อ..... ชั้น ม.3/..... เลขที่ .....

1. ให้นักเรียนนำความรู้จากใบงานที่ 4.2 และ 4.3 เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของมุมต่อไปนี้

1.1) ให้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม

ข้อสรุป : .....

.....

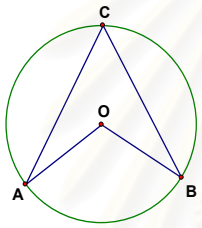
1.2) ให้สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม

ข้อสรุป : .....

.....

2. ให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน เพื่อหาขนาดของมุมต่อไปนี้

1)



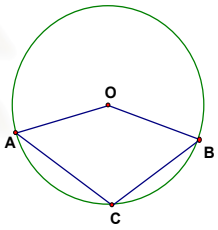
กำหนดให้ $A\hat{C}B$ = 60 องศา

จะได้ว่า $A\hat{O}B$ = 2(.....)

= 2(.....)

= ..... องศา

2)



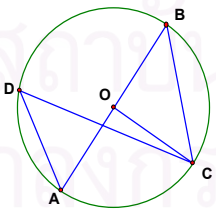
กำหนดให้ $A\hat{O}B$ = 210 องศา

จะได้ว่า $A\hat{C}B$ = $\frac{1}{2}$(.....)

= $\frac{1}{2}$(.....)

= ..... องศา

3)



กำหนดให้ $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

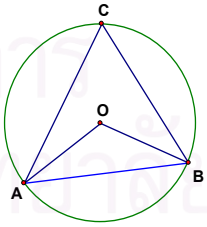
$A\hat{B}C$ = 40 องศา

ดังนั้น $A\hat{D}C$ = ...องศา

$A\hat{O}C$ = ...องศา

$A\hat{D}C$ + $A\hat{O}C$ = ... องศา

4)



เนื่องจาก OA = OB

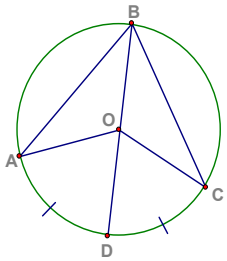
ดังนั้น $O\hat{A}B$ = ... = 30 องศา

เนื่องจาก $A\hat{O}B + O\hat{A}B + O\hat{B}A$ =360 องศา

ดังนั้น $A\hat{O}B$ = ...

เพราะฉะนั้น $A\hat{C}B$ = $\frac{1}{2}$(.....) = ...

5)



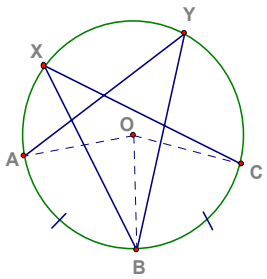
กำหนดให้ $C\hat{O}D = 70$ องศา

และ m(CD) = m(AD)

ดังนั้น $A\hat{O}D$ =..... องศา

และ $A\hat{B}D$ =..... องศา

6)



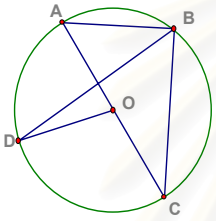
กำหนดให้ $B\hat{X}C = 38$ องศา

และ m(AB) = m(BC)

ดังนั้น $A\hat{Y}B$ =..... องศา

และ $A\hat{O}B = B\hat{O}C$ =..... องศา

7)



กำหนดให้ $\overline{AC}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง และ

$C\hat{B}D = 48$ องศา

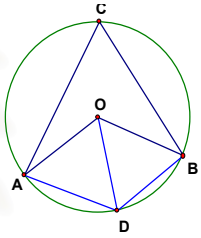
ดังนั้น $C\hat{O}D$ =..... องศา

$A\hat{O}D$ =..... องศา

และ $A\hat{B}C$ =..... องศา

$A\hat{B}D$ =..... องศา

8)



กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง

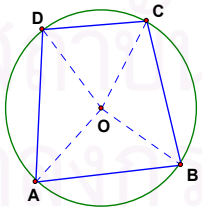
$A\hat{C}B$ = 75 องศา และ $A\hat{O}D$ = 60 องศา

จงหา $B\hat{O}D$ = ...

$O\hat{B}D$ = ...

$O\hat{D}B$ = ...

9)



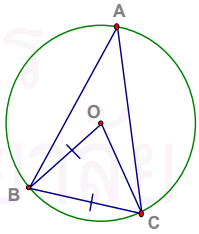
กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง และ $A\hat{O}C$ = 170 องศา จงหา มุมกลับ $A\hat{O}C$ = ...

$A\hat{B}C$ = ...

$A\hat{D}B$ = ...

$A\hat{B}C + A\hat{D}B$ = ...

10)



กำหนดให้ $\overline{OC}$ = $\overline{CB}$

ดังนั้น $\triangle$OBC เป็นรูปสามเหลี่ยม.....

และ $B\hat{O}C$ =..... องศา

เพราะฉะนั้น $B\hat{A}C$ =..... องศา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระ ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดกับเส้นสัมผัสของวงกลม จำนวน 1 ชั่วโมง

---

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่ามุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
2. บอกได้ว่ามุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส จะมีขนาดเท่ากับมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น
3. หาขนาดของมุมที่เกี่ยวข้องกับเส้นสัมผัสและคอร์ดของวงกลมได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. อภิปราย – แสดงความคิดอย่างมีเหตุผล
2. นำเสนอผลงานได้ชัดเจน ถูกต้อง

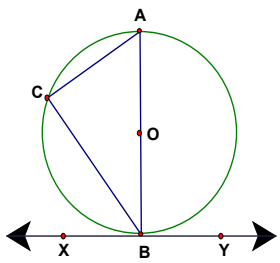
ด้านคุณลักษณะ

1. มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. ดำเนินการตามกิจกรรมที่กำหนด ด้วยความรับผิดชอบ และมีวินัยในตนเอง
3. เป็นคนช่างสังเกต และกล้าแสดงออก

2. สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดกับเส้นสัมผัสของวงกลม

พิจารณาความสัมพันธ์ ต่อไปนี้ กำหนดให้ $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง $\overline{BC}$ เป็นคอร์ด และ $\overleftrightarrow{XY}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลม โดยสัมผัสที่จุด B จงแสดงว่า $C\hat{A}B = C\hat{B}X$



เนื่องจาก $A\hat{C}D = 90^\circ$ ดังนั้น ใน $\triangle$ABC

จะได้ $C\hat{A}B + A\hat{B}C = 90^\circ$ ---------- (1)

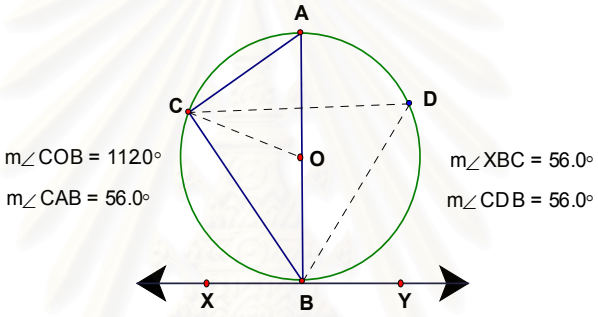
เนื่องจาก $\overleftrightarrow{XY}$ เป็นเส้นสัมผัส ดังนั้น $A\hat{B}X = 90^\circ$

จะได้ $A\hat{B}C + C\hat{B}X = 90^\circ$ ---------- (2)

$$C\hat{A}B + A\hat{B}C = A\hat{B}C + C\hat{B}X$$

ดังนั้น $$C\hat{A}B = C\hat{B}X$$

จากความสัมพันธ์ข้างต้น สามารถขยายความรู้ให้กว้างขึ้นได้ กล่าวคือ ให้ D เป็นจุดใดๆ บน $\overset{\frown}{CAB}$



เรียก $C\hat{O}B$ ว่า *มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีคอร์ดทำกับเส้นสัมผัส*

เรียก $C\hat{A}B$ และ $C\hat{D}B$ ว่า *มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีคอร์ดทำกับเส้นสัมผัส*

เนื่องจาก $C\hat{A}B$ และ $C\hat{D}B$ เป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลม ต่างก็รองรับด้วยส่วนโค้ง BC

ดังนั้น $$C\hat{O}B = 2(C\hat{A}B)$$

และ $$C\hat{A}B = C\hat{D}B$$

จากตัวอย่างที่ 1 จะได้ว่า $$C\hat{B}X = C\hat{A}B$$

ดังนั้น $$C\hat{B}X = C\hat{D}B = \frac{C\hat{O}B}{2}$$

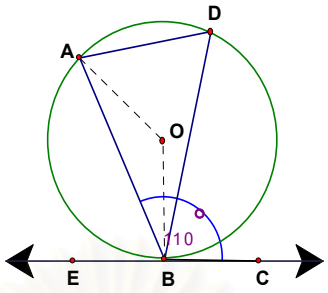
นั่นคือ จะได้สมบัติดังนี้

1. **มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน**

2. **มุมที่คอร์ดทำกับเส้นสัมผัสที่จุดปลายด้านหนึ่งของคอร์ดและมีขนาดเท่ากับมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่คอร์ดทำกับเส้นสัมผัส**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่าง</u> จากรูป กำหนดให้ $\overleftrightarrow{BC}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด B และ $\overline{AB}$ เป็นคอร์ดของวงกลม ซึ่ง $A\hat{B}C = 110^\circ$ จงหา $A\hat{D}B$ และ $A\hat{O}B$ เมื่อ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม



<u>วิธีทำ</u> เนื่องจาก $A\hat{B}E + A\hat{B}C = 180^\circ$ และ

$$A\hat{B}C = 110^\circ$$

ดังนั้น $$A\hat{B}E = 180 - 110 = 70^\circ$$

$A\hat{B}E$ เป็นมุมที่คอร์ดทำกับเส้นสัมผัส $\overleftrightarrow{BC}$ และ $A\hat{D}B$ เป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับ $A\hat{B}E$ ดังนั้น จากสมบัติข้างต้น จะได้ว่า

$$A\hat{D}B = A\hat{B}E = 70^\circ$$

และเนื่องจาก $A\hat{O}B = 2\ A\hat{D}B$

ดังนั้น $A\hat{O}B = 2(70) = 140^\circ$

นั่นคือ $A\hat{O}B = 2\ A\hat{D}B = 2A\hat{B}E$

จึงสรุปได้ว่า

มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

3. **กิจกรรมการเรียนรู้**

ขั้นนำ

ครูเปิดไฟล์สำเร็จรูป Cir 10.1 และ Cir 10.2 เพื่อทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสกับรัศมีของวงกลม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยจนเข้าใจสมบัติของวงกลมว่า รัศมีของวงกลมจะตั้งฉากกับเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดสัมผัสนั้น และจะลากส่วนของเส้นตรงจากภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมได้ 2 เส้น ที่ยาวเท่ากัน แล้วครูถามนักเรียนเกี่ยวกับมุมที่เส้นสัมผัสวงกลมทำมุมกับคอร์ดจะเกี่ยวข้องกับมุมในวงกลมอย่างไร

ขั้นสอน

- เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลม ให้นักเรียนทำกิจกรรมจากใบงานที่ 11.1 ดังต่อไปนี้

ขั้นการสร้างรูป

ให้นักเรียนใช้โปรแกรม GSP สร้างวงกลม เส้นสัมผัสวงกลม คอร์ดและมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่แขนของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของคอร์ด นักเรียนที่ไม่สามารถสร้างได้ ครูช่วยอธิบายวิธีสร้างรูปเพิ่มเติม จนสามารถสร้างได้ดังรูปต้นแบบ

ขั้นทดลอง (หาข้อค้นพบ)

1. ให้นักเรียนพิจารารูปสามเหลี่ยม BOD แล้ววัดขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รองรับด้วยคอร์ด BD จากนั้นวัดขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
2. ให้นักเรียนวัดขนาดของมุมที่คอร์ดทำกับเส้นสัมผัสของวงกลม
3. ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม และมุมที่เส้นสัมผัสทำกับคอร์ด นักเรียนจะพบว่า มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมที่เส้นสัมผัสทำกับคอร์ดของวงกลมด้วย
4. ให้นักเรียนเพิ่ม หรือลดความยาวของคอร์ด และโยกจุดยอดมุมในส่วนโค้งของวงกลมเพื่อตรวจสอบว่าความสัมพันธ์ที่นักเรียนพบเป็นจริงหรือไม่

ขั้นสรุปข้อค้นพบ

เมื่อนักเรียนพิจารณาขนาดของมุมที่เกี่ยวข้องกับคอร์ดในวงกลมแล้ว จะพบว่า

1. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
2. มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

- เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ของเส้นสัมผัสกับคอร์ดของวงกลมมากขึ้น ให้นักเรียนทำใบงานที่ 11.2 แล้วแลกเปลี่ยนกันเพื่อเปรียบเทียบสิ่งที่นักเรียนพบกับเพื่อน แล้วครูเปิดไฟล์สำเร็จรูป Cir 11.2 ประกอบการเฉลยใบงาน ซึ่งครูใช้การถามตอบที่เน้นให้นักเรียนอภิปรายจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดไฟล์สำเร็จรูป Cir 11.1 และ Cir 11.2 ฉายบนจอ LCD Projector เพื่อประกอบการสรุปความสัมพันธ์ของเส้นสัมผัสกับคอร์ดของวงกลม โดยใช้การถามตอบจนนักเรียนเกิดความเข้าใจ

2. ให้นักเรียนทำเอกสารที่ 11 แล้วออกมาเฉลยบนกระดานโดยครูช่วยตรวจสอบความถูกต้องและอธิบายเพิ่มเติม

4. สื่อการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 11.1 และใบงานที่ 11.2
2. ไฟล์สำเร็จรูป Cir 10.1, Cir 10.2, Cir 11.1 และ Cir 11.2
3. เอกสารฝึกหัดที่ 11
4. โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP)
5. เครื่องฉาย LCD Projector

5. การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตการนำเสนอผลงานที่ทำ 3. การทำเอกสารฝึกหัด	1.นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2.นักเรียนทุกคนตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง 3.นักเรียนสามารถทำเอกสารฝึกหัดที่11 ได้ทุกคน

6. บันทึกหลังการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

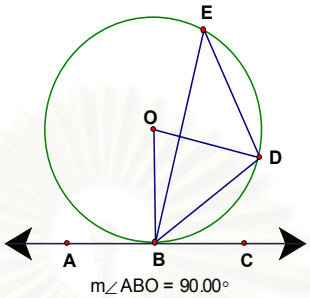
ใบงานที่ 11.1

ชื่อ – สกุล .....ชั้น ม. 3/..... เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนใช้โปรแกรม GSP สร้างรูปตามภาพต้นแบบ และตอบคำถามดังต่อไปนี้

<u>ขั้นการสร้างรูป</u>

<u>รูปต้นแบบ</u>



<u>ขั้นทดลอง</u> (หาข้อค้นพบ)

1. นักเรียนทราบว่า OB = _____ ดังนั้น △OBD เป็นรูป _____
   ทำให้ $O\hat{B}D$ = _____
2. $B\hat{O}D$ เป็นมุม _____รองรับด้วยส่วนโค้ง_____ มีขนาดเท่ากับ _____องศา
3. $B\hat{E}D$ เป็นมุม _____รองรับด้วยส่วนโค้ง_____ มีขนาดเท่ากับ _____องศา
4. คอร์ด BD รองรับด้วยส่วนโค้ง _____
5. $C\hat{B}D$ เป็นมุมที่เกิดจากคอร์ด____และ_____ มีขนาดเท่ากับ _____องศา
6. ขนาดของ $B\hat{O}D$ เกี่ยวข้องกับ $B\hat{E}D$ อย่างไร เพราะเหตุใด
   ตอบ _____ เพราะ _____
7. ขนาดของ $B\hat{O}D$ เกี่ยวข้องกับ $C\hat{B}D$ อย่างไร เพราะเหตุใด
   ตอบ _____ เพราะ _____
8. ขนาดของ $B\hat{E}D$ เกี่ยวข้องกับ $C\hat{B}D$ อย่างไร
   ตอบ _____
9. ให้นักเรียนโยกจุด D ให้คอร์ดสั้นหรือยาวขึ้น และโยกจุด E แล้วสังเกตขนาดของ $B\hat{O}D$ $C\hat{B}D$ และ $C\hat{B}D$ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร
   ตอบ _____

<u>ขั้นสรุป</u> นักเรียนจะพบว่า

จากข้อ 7 สรุปได้ว่า_____

จากข้อ 8 สรุปได้ว่า_____

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบงานที่ 11.2

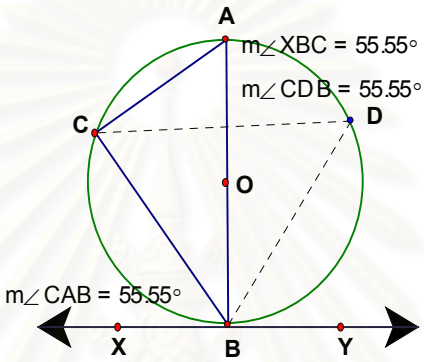
ชื่อ – สกุล .....ชั้น ม. 3/..... เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมมากขึ้น ให้นักเรียนใช้โปรแกรม GSP สร้างรูปตามรูปต้นแบบแล้วทำกิจกรรม ดังต่อไปนี้

<u>กิจกรรมที่ 1</u>

<u>ขั้นการสร้างรูป</u>

<u>รูปต้นแบบ</u>



<u>ขั้นทดลอง</u> (หาข้อค้นพบ)

เนื่องจาก $A\hat{C}D = 90^\circ$ ดังนั้น ใน $\triangle$ABC

จะได้ $C\hat{A}B + A\hat{B}C$ = ... + ... = ...องศา ---------- (1)

เนื่องจาก $\overleftrightarrow{XY}$ เป็นเส้นสัมผัส ดังนั้น $A\hat{B}X = 90^\circ$

จะได้ $A\hat{B}C + C\hat{B}X$ = ... + ... = ...องศา ---------- (2)

$C\hat{A}B + A\hat{B}C = A\hat{B}C + C\hat{B}X$

ดังนั้น $C\hat{A}B$ = ... ---------- (3)

เนื่องจาก $C\hat{A}B$ และ $C\hat{D}B$ เป็นมุม.....ต่างก็รองรับด้วยส่วนโค้ง.....

ดังนั้น $C\hat{A}B$ = ...

จาก (3) จะได้ว่า $C\hat{B}X$ = ...

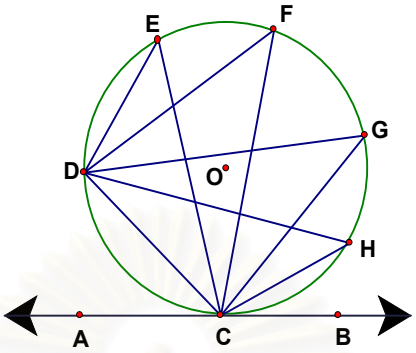
ดังนั้น $C\hat{B}X$ = ...

<u>ขั้นสรุป</u> จะได้ว่า มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับมุม.....ที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมที่ 2

รูปต้นแบบ



วัดขนาดของมุมต่อไปนี้

1. $A\hat{C}D$ เป็นมุมที่เกิดจาก _____ กับ _____ มีขนาดเท่ากับ _____องศา
2. $D\hat{E}C$ เป็นมุม _____ อยู่ตรงข้ามคอร์ด _____ มีขนาดเท่ากับ _____ องศา
3. $D\hat{F}C$ เป็นมุม _____ อยู่ตรงข้ามคอร์ด _____ มีขนาดเท่ากับ _____องศา
4. $D\hat{G}C$ เป็นมุม _____ อยู่ตรงข้ามคอร์ด _____ มีขนาดเท่ากับ _____ องศา
5. $D\hat{H}C$ เป็นมุม _____ อยู่ตรงข้ามคอร์ด _____ มีขนาดเท่ากับ _____ องศา

จะพบว่า $A\hat{C}D$ = _____ = _____ = _____ = _____ = _____ องศา

สรุปเป็นสมบัติได้ว่า

_____

_____

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารฝึกหัดที่ 11

ชื่อ – สกุล .....ชั้น ม. 3/..... เลขที่.....

1. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

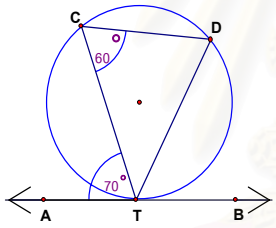
จากใบงานที่ 11.1 และ 11.2 นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดกับเส้นสัมผัสของวงกลม

ข้อสรุปที่ 1 : มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็น.....เท่าของมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่.....ซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

ข้อสรุปที่ 2 : มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับมุม.....ที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

2. กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

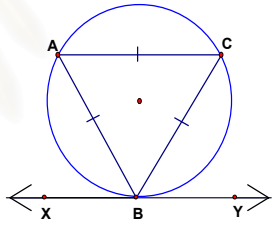
1. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{AB}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด T $T\hat{C}D = 60^\circ$ และ $A\hat{T}C = 70^\circ$



ดังนั้น $D\hat{T}B$ = ... องศา

$C\hat{D}T$ = ... องศา

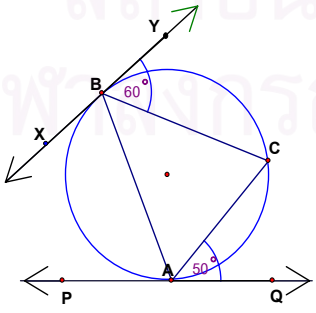
2. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{XY}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด T



ดังนั้น $X\hat{B}A$ = ... องศา

$C\hat{B}Y$ = ... องศา

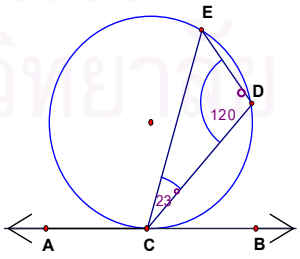
3. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{PQ}$ และ $\overleftrightarrow{XY}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด A และ B



ดังนั้น $A\hat{B}C$ = ... องศา

$P\hat{A}B$ = ... องศา

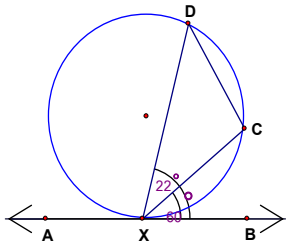
4. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{AB}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด C, $E\hat{C}D = 23^\circ$ และ $C\hat{D}E = 120^\circ$



ดังนั้น $B\hat{C}D$ = ... องศา

$A\hat{C}E$ = ... องศา

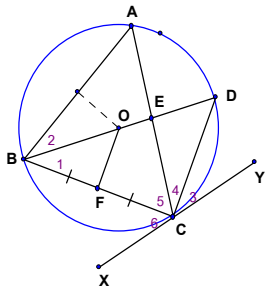
5. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{AB}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด X , $C\hat{X}B = 22^\circ$ และ $C\hat{X}D = 60^\circ$



ดังนั้น $X\hat{C}D$ = ... องศา

$A\hat{X}D$ = ... องศา

6. จากรูป ให้ AB = BC,CX = CY และ BF= FC $\overline{XY}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด C

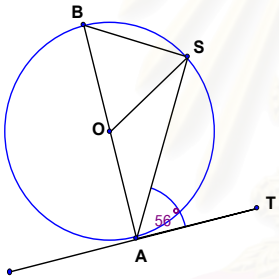


6.1) ถ้า $B\hat{D}C = 55^\circ$ แล้ว $\hat{2}$ = ...องศา

6.2) ถ้า $B\hat{C}X = 75^\circ$ แล้ว $\hat{1}$ = ...องศา

6.3) มุมคู่ใดบ้างที่เท่ากัน .....

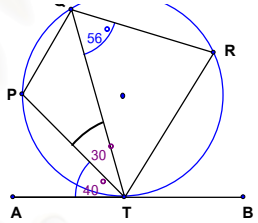
7. จากรูป ให้ $T\hat{A}S = 56^\circ$ และ $\overline{TA}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด A



ดังนั้น $A\hat{B}S$ = ... องศา

$A\hat{O}S$ = ... องศา

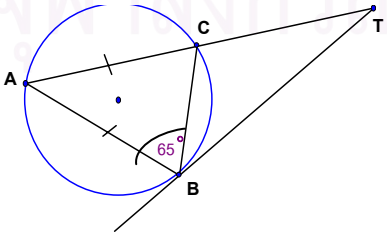
8. จากรูป ให้ $\overline{AB}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด T $A\hat{T}P = 40^\circ$, $P\hat{T}Q = 30^\circ$ และ $R\hat{Q}T = 56^\circ$



ดังนั้น $T\hat{P}Q$ = ... องศา

$R\hat{T}B$ = ... องศา

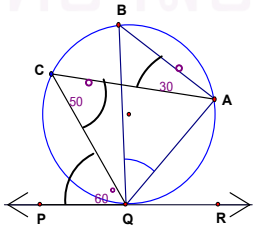
9. จากรูป ให้ $\overline{BT}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุด B และ $A\hat{B}C = 30^\circ$



ดังนั้น $B\hat{C}T$ = ... องศา

$A\hat{T}B$ = ... องศา

10. จากรูป ให้ $\overleftrightarrow{PR}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่ จุด X , $P\hat{Q}C = 60^\circ$, $A\hat{C}Q = 50^\circ$ และ $B\hat{A}C = 30^\circ$



ดังนั้น $T\hat{P}Q$ = ... องศา

$R\hat{T}B$ = ... องศา

ภาคผนวก ง

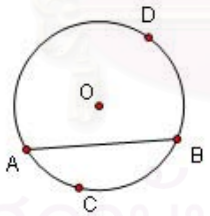
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

- แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 การกำหนดลักษณะข้อสอบ (Table of Specification) **สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม**

สาระสำคัญ	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	ข้อที่
1. วงกลม และส่วนประกอบต่างๆ ของวงกลม	**<u>มโนทัศน์ที่ 1</u>** วงกลม และส่วนประกอบของวงกลม **วงกลม** คือ เซตของจุดทุกจุดบนระนาบ ซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะทางเท่าๆ กัน - จุดคงที่นี้เรียกว่าจุดศูนย์กลาง และระยะห่างที่เท่ากัน เรียกว่า “รัศมีของวงกลม” - วงกลมสองวงที่มีความยาวของเส้นรัศมีเท่ากันจะเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ <u>ส่วนประกอบต่าง ๆ เกี่ยวกับวงกลม</u> **คอร์ด** (Chords) เป็นส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน เรียกว่า “คอร์ด” คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นสองส่วน **ส่วนโค้ง** (Arcs) แบ่งเป็นส่วนโค้งใหญ่ (Major arc) และส่วนโค้งน้อย (Minor arc)  จากรูปวงกลม O ถูกแบ่งด้วยคอร์ด AB ทำให้เกิดส่วนโค้งใหญ่ และส่วนโค้งน้อย เรียกส่วนโค้ง ADB ว่า “ส่วนโค้งใหญ่ AB” เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overset{\frown}{ADB}$	2	1, 2

สาระสำคัญ	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	ข้อที่
	เรียกส่วนโค้ง ACB ว่า “ส่วนโค้งน้อย AB” เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overset{\frown}{ACB}$ หรือ $\overset{\frown}{AB}$ ความยาวของ $\overset{\frown}{ADB}$ เขียนแทนด้วย $m(\overset{\frown}{ADB})$ ความยาวของ $\overset{\frown}{ACB}$ และ $\overset{\frown}{AB}$ เขียนแทนด้วย $m(\overset{\frown}{ACB})$ และ $m(\overset{\frown}{AB})$ **เส้นตัดและเส้นสัมผัส** (Secant and tangent lines) คือ เส้นตรงซึ่งตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น **มุม** (Angles) 1) มุมในครึ่งวงกลม หมายถึง มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และมีแขนของมุมทั้งสองผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลาง 2) มุมในส่วนโค้งของวงกลม หมายถึง มุมที่จุดยอดของมุมอยู่บนวงกลมและมีแขนของมุมทั้งสองตัดวงกลม 3) มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม หมายถึง มุมที่มีจุดยอดของมุมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม และมีแขนของมุมทั้งสองเป็นรัศมีของวงกลม 4) มุมที่เส้นสัมผัสทำกับคอร์ด หมายถึง มุมที่เกิดจากเส้นสัมผัสกับวงกลมที่จุดหนึ่งบนปลายคอร์ด		
2. สมบัติของวงกลม	**<u>มโนทัศน์ที่ 2</u>** ขนาดของมุมในครึ่งวงกลม มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก	1	3
	<u>มโนทัศน์ที่ 3</u> ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและมุมในส่วนโค้งของวงกลม มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมซึ่งรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน	3	4,5,6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาระสำคัญ	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	ข้อที่
	<u>มโนทัศน์ที่ 4</u> มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน มีขนาดเท่ากัน	4	7,8,9,10
	<u>มโนทัศน์ที่ 5</u> ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและส่วนโค้งของวงกลม 5.1 ในวงกลมที่เท่ากันหรือวงกลมเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน 5.2 ในวงกลมที่เท่ากันหรือวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน 5.3 ในวงกลมที่เท่ากันหรือวงกลมเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน 5.4 ในวงกลมที่เท่ากันหรือวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน	3	11,12,13
	<u>มโนทัศน์ที่ 6</u> ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม 6.1 ในวงกลมวงหนึ่ง หรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ยาวเท่ากันจะตัดส่วนโค้งออกได้ยาวเท่ากันคือส่วนโค้งน้อยเท่ากับส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่เท่ากับส่วนโค้งใหญ่ 6.2 ในวงกลมวงหนึ่ง หรือวงกลมที่เท่ากัน คอร์ดที่ตัดวงกลมออกเป็นส่วนโค้งที่ยาวเท่ากันจะยาวเท่ากัน	4	14,15,16 17

สาระสำคัญ	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	ข้อที่
3. รูปหลายเหลี่ยม ด้านเท่า มุมเท่า	**<u>มโนทัศน์ที่ 7</u>** ความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลาง ไปยังคอร์ด 7.1 ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาตั้งฉากกับคอร์ดจะแบ่งครึ่งคอร์ดนั้น 7.2 ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาแบ่งครึ่งคอร์ด(ที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง)จะตั้งฉากกับคอร์ดนั้น 7.3 คอร์ดที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากันย่อมยาวเท่ากัน 7.4 คอร์ดที่ยาวเท่ากันย่อมอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน 7.5 จุดศูนย์กลางของวงกลมที่ผ่านจุดสองจุดที่กำหนดให้จะอยู่บนเส้นตรงที่แบ่งครึ่ง และตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่มีจุดทั้งสองนั้นเป็นจุดปลาย	4	18,19,20 21
	<u>มโนทัศน์ที่ 8</u> ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นสัมผัสและรัศมีของวงกลม 8.1 เส้นสัมผัสของวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส 8.2 ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุด ๆ หนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมเดียวกันจะยาวเท่ากัน 8.3 มุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นสัมผัสกับคอร์ดย่อมเท่ากับมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามคอร์ดนั้น	3	22,23,24
	<u>มโนทัศน์ที่ 9</u> การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า หมายถึง รูปตั้งแต่สามเหลี่ยมเป็นต้นไปที่มีด้านยาวเท่ากันทุกด้านและมีมุม ที่มีขนาดเท่ากันทุกมุม	4	25,26,27 28

สาระสำคัญ	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	ข้อที่
	การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า ที่มีทั้งหมด n ด้าน จะต้องทราบ 9.1 มุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาด $\frac{360}{n}$ 9.2 มุมภายในแต่ละมุมมีขนาด $\frac{(n-2) \times 180}{n}$ แล้วใช้วงกลมและเส้นตรงหรือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการสร้างรูป		
	<u>มโนทัศน์ที่ 10</u> การหาขนาดของมุมของรูป n เหลี่ยมใด ๆ 10.1 มุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาด $\frac{360}{n}$ 10.2 ผลบวกของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมมีขนาด $(n-2) \times 180$ 10.3 มุมภายในแต่ละมุมมีขนาด $\frac{(n-2) \times 180}{n}$ 10.4 การหาจำนวนเส้นทแยงมุม เท่ากับ $\frac{n(n-3)}{2}$	2	29,30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม

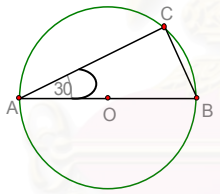
วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 6 หน้า จำนวน 30 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียน ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้นเรียนและห้องเรียนให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบบางข้อจะมีรูปภาพที่เขียนขึ้นโดยไม่ได้ขนาดที่ถูกต้องตามข้อกำหนดเป็นเพียงรูปคร่าวๆ เท่านั้น
4. ขอให้นักเรียนทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ และส่งแบบทดสอบฉบับนี้คืนกรรมการคุมสอบด้วย
5. ในการทำแบบทดสอบให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือก ก, ข, ค และ ง เพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แล้วทำเครื่องหมาย × ลงกระดาษคำตอบ

<u>ตัวอย่าง</u>

ข้อ. 0 <u>จากรูป</u> กำหนดให้ $O\hat{A}C$ = 30 องศา แล้ว $O\hat{B}C$ มีขนาดเท่าไร



ก. 45 องศา ข. 60 องศา

ค. 90 องศา ง. 120 องศา

ถ้าตัวเลือก ข เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
0		×		

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในช่องคำตอบใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ข เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
0		~~×~~	×	

1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

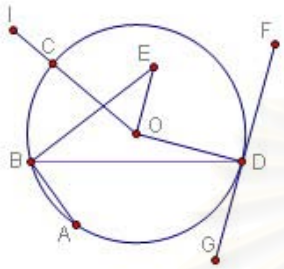
ก. วงกลมใดๆ จะมีคอร์ดที่ยาวที่สุดเพียงเส้นเดียวเท่านั้น

ข. รัศมีสองเส้นใดๆ ของวงกลมเดียวกันจะยาวเท่ากัน

ค. มุมที่จุดศูนย์กลาง คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม

ง. คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงซึ่งเชื่อมจุดสองจุดภายในวงกลม

2. <u>จากรูป</u> ข้อใดกล่าว<u>ไม่เป็นจริง</u>



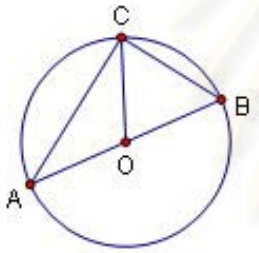
ก. $\overline{FG}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลม เพราะตัดวงกลมที่จุด D

ข. จุด I เป็นจุดภายนอกวงกลม เพราะ $\overline{IO}$ ยาวกว่ารัศมีของวงกลม

ค. $I\hat{O}D$ เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ที่รองรับด้วย $\overset{\frown}{CD}$

ง. $D\hat{B}E$ เป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลม ที่รองรับด้วย $\overset{\frown}{DE}$

3. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $O\hat{B}C = 62^\circ$ แล้ว $A\hat{C}O$ มีขนาดกี่องศา



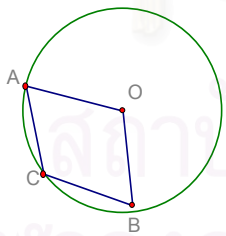
ก. 24 องศา

ข. 28 องศา

ค. 36 องศา

ง. 45 องศา

4. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า $A\hat{O}B = 110^\circ$ แล้ว $A\hat{C}B$ มีขนาดกี่องศา



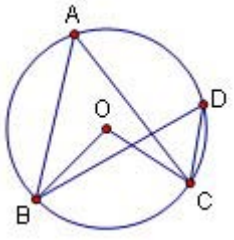
ก. 70 องศา

ข. 110 องศา

ค. 125 องศา

ง. 250 องศา

5. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ Oเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้าเพิ่มความยาวของส่วนโค้ง BC ข้อใดกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>



ก. $A\hat{B}D$ มีขนาดคงที่

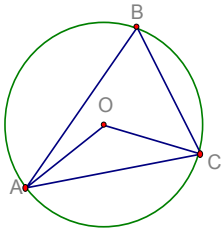
ข. ขนาดมุมกลับ BOC จะเพิ่มขึ้น

ค. ขนาดของ $B\hat{D}C$ จะเพิ่มขึ้น

ง. $B\hat{O}C = B\hat{A}C + B\hat{D}C$

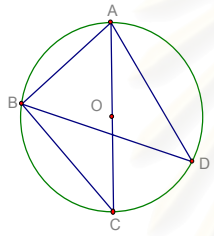
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $B\hat{A}C = 48^\circ$ และ $A\hat{C}B = 62^\circ$ แล้ว $A\hat{O}C$ มีขนาดกี่องศา



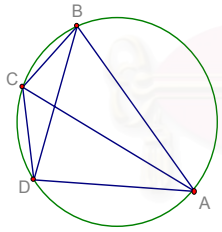
ก. 35 องศา
ข. 70 องศา
ค. 90 องศา
ง. 140 องศา

7. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า $C\hat{A}D = 25^\circ$ แล้ว $A\hat{B}D$ มีขนาดกี่องศา



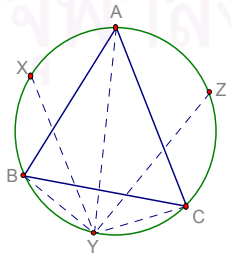
ก. 65 องศา
ข. 75 องศา
ค. 85 องศา
ง. 95 องศา

9. <u>จากรูป</u> ถ้า $B\hat{A}C = 38^\circ$, $A\hat{C}D = 50^\circ$ และ $A\hat{D}B = 68^\circ$ แล้ว $C\hat{A}D$ มีขนาดกี่องศา



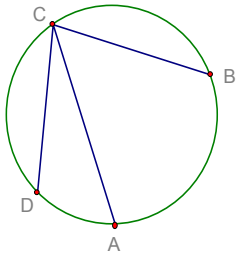
ก. 24 องศา
ข. 38 องศา
ค. 62 องศา
ง. 88 องศา

11. <u>จากรูป</u> X, Y, Z เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overset{\frown}{AB}$, $\overset{\frown}{BC}$ และ $\overset{\frown}{CA}$ ตามลำดับ ข้อใดถูกต้อง



ก. $X\hat{Y}A = Z\hat{Y}A$
ข. $A\hat{Y}Z = C\hat{Y}Z$
ค. $A\hat{Y}B = A\hat{Y}C$
ง. $A\hat{B}C = A\hat{C}B$

12. <u>จากรูป</u> ถ้า m($\overset{\frown}{DAB}$) = 3 m($\overset{\frown}{AB}$) และ $A\hat{C}D = 20^\circ$ แล้ว $A\hat{C}B$ มีขนาดกี่องศา



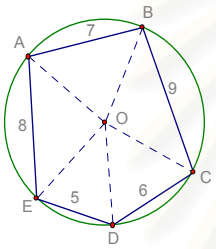
ก. 20 องศา

ข. 40 องศา

ค. 60 องศา

ง. 80 องศา

13. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{ED}$ และ $\overline{AE}$ เป็นคอร์ดที่มีความยาวต่างกัน ข้อใดถูกต้อง



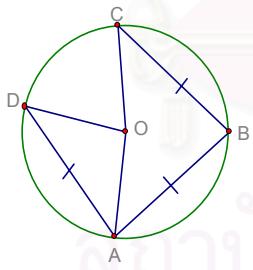
ก. $A\hat{O}E \rangle B\hat{O}C$

ข. $A\hat{O}B \rangle C\hat{O}D$

ค. $m(\overset{\frown}{ED}) \rangle m(\overset{\frown}{CD})$

ง. $m(\overset{\frown}{AB}) \rangle m(\overset{\frown}{BC})$

14. <u>จากรูป</u> กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า $C\hat{O}D = 72^\circ$ และ AB = BC = AD แล้ว $A\hat{O}D$ มีขนาดกี่องศา



ก. 24 องศา

ข. 36 องศา

ค. 72 องศา

ง. 96 องศา

15. ในวงกลมเดียวกัน หรือวงกลมที่เท่ากัน จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีขนาดเท่ากันจะรองรับด้วยคอร์ดซึ่งยาวเท่ากัน

(2) คอร์ดเส้นหนึ่งแบ่งวงกลมออกเป็นสองส่วน มุมในส่วนโค้งใหญ่จะโตกว่ามุมในส่วนโค้งน้อยที่รองรับด้วยคอร์ดเดียวกัน

จากข้อความข้างต้นข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ถูกเฉพาะข้อ 1 ข. ถูกเฉพาะข้อ 2

ค. ถูกทั้งข้อ1 และข้อ 2 ง. ผิดทั้งข้อ 1 และข้อ 2

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ตารางที่ 16 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ข้อ	R_h	R_l	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	17	11	0.56	0.24
2	17	9	0.52	0.32
3	19	13	0.64	0.24
4	16	10	0.52	0.24
5	12	6	0.36	0.24
6	13	5	0.36	0.32
7	17	10	0.54	0.28
8	17	9	0.52	0.32
9	21	13	0.68	0.32
10	11	3	0.28	0.32
11	23	16	0.78	0.28
12	12	5	0.34	0.28
13	12	5	0.34	0.28
14	22	16	0.76	0.24
15	17	10	0.54	0.28
16	16	6	0.44	0.40
17	20	14	0.68	0.24
18	22	14	0.72	0.32
19	19	9	0.56	0.40
20	17	12	0.58	0.20
21	24	14	0.76	0.40
22	13	7	0.40	0.24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

23	22	15	0.74	0.28

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อ	Rh	Rl	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
24	25	14	0.78	0.44
25	23	14	0.74	0.36
26	19	14	0.66	0.20
27	17	10	0.54	0.28
28	14	5	0.38	0.36
29	14	6	0.40	0.32
30	12	4	0.32	0.32

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบทดสอบ วัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ข้อที่	p	q	pq
1	0.56	0.44	0.25
2	0.52	0.48	0.25
3	0.64	0.36	0.23
4	0.52	0.48	0.25
5	0.36	0.64	0.23
6	0.36	0.64	0.23
7	0.54	0.46	0.25
8	0.52	0.48	0.25
9	0.68	0.32	0.22
10	0.28	0.72	0.20
11	0.78	0.22	0.17
12	0.34	0.66	0.22
13	0.34	0.66	0.22
14	0.76	0.24	0.18
15	0.54	0.46	0.25
16	0.44	0.56	0.25
17	0.68	0.32	0.22
18	0.72	0.28	0.20
19	0.56	0.44	0.25
20	0.58	0.42	0.24
21	0.76	0.24	0.18
22	0.40	0.60	0.24
23	0.74	0.26	0.19
24	0.78	0.22	0.17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

25	0.74	0.26	0.19

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
26	0.66	0.34	0.22
27	0.54	0.46	0.25
28	0.38	0.62	0.24
29	0.40	0.60	0.24
30	0.32	0.68	0.22

$\sum pq = 6.71$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

สูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{822}{50}$$

$$= 16.44$$

2. หาค่าความแปรปรวน (S^2) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

สูตร $$S^2 = \frac{n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{50(15708) - (822)^2}{50(50-1)}$$

$$= \frac{785400 - 675684}{50(49)}$$

$$= \frac{109716}{2450}$$

$$= 44.78$$

3. หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คัดเลือกแล้ว โดยใช้สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Method : KR-20) ดังนี้

สูตร $$K - K_{20} : r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^2}\right\}$$

$$= \frac{30}{30-1}\left\{1 - \frac{6.71}{44.78}\right\}$$

$$= \frac{30}{29}\left\{\frac{38.07}{44.78}\right\}$$

$$= 1.034(0.850)$$

$$= 0.8789$$

นั่นคือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเรขาคณิตนี้มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.88

ตารางที่ 18 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
1	15	21
2	16	24
3	18	24
4	16	20
5	19	27
6	10	20
7	14	22
8	16	24
9	14	25
10	17	23
11	15	23
12	16	20
13	16	21
14	16	22
15	15	19
16	13	23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
1	14	19
2	8	13
3	11	17
4	13	17
5	16	21
6	17	25
7	15	20
8	9	18
9	14	17
10	8	18
11	12	17
12	13	17
13	9	12
14	16	23
15	6	15
16	5	17
17	12	19
18	13	19
19	13	17
20	14	16
21	14	17
22	15	21
23	12	15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
24	16	19
25	13	26
26	11	16
27	9	19
28	14	15
29	16	21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 คะแนนมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
1	10	18
2	13	17
3	12	18
4	5	20
5	5	15
6	3	16
7	10	17
8	12	16
9	9	13
10	11	17
11	15	20
12	8	13
13	7	19
14	12	19
15	11	19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์
2. ขอให้นักเรียนตอบทุกคำถามในแบบสอบถามนี้ ตรงตามความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริง
   ของนักเรียน ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความคิดเห็นแตกต่างกัน
3. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการทำวิจัยเท่านั้น จะไม่นำไปใช้ในการให้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
4. แบบสอบถามมีจำนวน 30 ข้อ ให้นักเรียนใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม 15 นาที
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล โรงเรียน และชั้นเรียน ลงในช่องว่าง
6. พิจารณาข้อความแต่ละข้อความ แล้วให้ทำ เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพียงข้อละหนึ่งระดับ

<u>ระดับการเลือก</u>

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*สอดคล้อง*กับข้อความนั้น <u>*มากที่สุด*</u>
เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*สอดคล้อง*กับข้อความนั้น <u>*มาก*</u>
ไม่แน่ใจ หมายถึง นักเรียน<u>*ไม่แน่ใจในตนเอง*</u>ว่ามีความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อความนั้นหรือไม่
ไม่เห็นด้วย หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*ขัดแย้ง*กับข้อความนั้น <u>*มาก*</u>
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็น*ขัดแย้ง*กับข้อความนั้น <u>*มากที่สุด*</u>

<u>ตัวอย่าง</u>

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
0	การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการเสียเวลา		✓			
00	ฉันรู้สึกภูมิใจทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้			✓		

<u>ความหมาย</u>

ข้อ 0 นักเรียนมีความรู้สึก*เห็นด้วย*ว่าการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการเสียเวลา

ข้อ 00 นักเรียนมีความรู้สึก*ไม่แน่ใจ*ว่ามีความภูมิใจทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....โรงเรียน ……..…… ชั้น …....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพียงข้อละหนึ่งระดับ

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยุ่งยากและเสียเวลา					
2	การเรียนคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้ฉันแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีขึ้น					
3	คนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่ง มักเป็นคนที่ไม่ยืดหยุ่นตรงที่อเหมือนไม้บรรทัด					
4	การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการประกอบอาชีพในอนาคต					
5	ในเวลาที่เท่าเทียมกัน การทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาอื่นๆ ง่ายกว่าการทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์					
6	การเรียนคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้ฉันเข้าใจอะไรได้ดีขึ้น					
7	การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้รู้สึกวิงเวียน ปวดศีรษะบ่อยครั้ง					
8	นักเรียนระดับมัธยมศึกษาไม่จำเป็นต้องเรียนคณิตศาสตร์					
9	การเรียนคณิตศาสตร์ให้รู้เรื่องและเข้าใจ เป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยาก					
10	การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้ฉันมีความรอบคอบมากขึ้น					
11	ฉันรู้สึกว่าแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ยากเกินไป					
12	ยิ่งเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้นเท่าไรยิ่งทำให้ฉันอยากเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น					
13	ฉันภูมิใจที่สามารถตอบคำถามคณิตศาสตร์ได้					
14	ฉันรู้สึกภูมิใจที่สามารถทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15	ฉันรู้สึกเครียดเมื่อจะต้องแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
16	ฉันรู้สึกว่าฉันไม่เคยประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์เลย					
17	ฉันสนุกกับการที่ครูใช้เทคนิค หรือวิธีการใหม่ๆ ในการสอนคณิตศาสตร์					
18	เมื่อถึงชั่วโมงคณิตศาสตร์ฉันเหมือนถูกบังคับให้เรียน					
19	ฉันรู้สึกกังวลใจเมื่อครูดูการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ของฉัน					
20	ฉันสนุกกับการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
21	ฉันซักถามปัญหาคณิตศาสตร์กับคุณครูทันทีที่ ไม่เข้าใจ					
22	ฉันยินดีที่จะทำโจทย์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมที่ครูแนะนำให้ทำเป็นพิเศษ					
23	ฉันมีความสุขเมื่อได้เรียนคณิตศาสตร์					
24	แม้ว่างานในวิชาคณิตศาสตร์จะมาก ฉันก็ตั้งใจทำให้เสร็จทันเวลาส่งครู					
25	เมื่อฉันจำเป็นต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นอย่างไร					
26	ฉันจะเตรียมอุปกรณ์การเรียนคณิตศาสตร์ให้พร้อมก่อนการเรียนคณิตศาสตร์เสมอ					
27	เมื่อมีเวลาว่างฉันเลือกที่จะอ่านหนังสืออื่นมากกว่าการอ่านหนังสือคณิตศาสตร์					
28	ฉันเลือกที่จะทำการบ้านวิชาอื่นมากกว่าจะทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์					
29	เมื่อครูหรือเพื่อนแนะนำความรู้ใหม่ๆทางคณิตศาสตร์ ฉันมักหลีกเลี่ยงที่จะฟัง					
30	ฉันตั้งใจจะอ่านบทเรียนคณิตศาสตร์มาล่วงหน้าก่อนจะถึงชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์					

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ว่าที่ร้อยตรี วัชรสันต์ อินธิสาร เกิดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2515 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทการวัดผลการศึกษา จากวิทยาลัยครูนครราชสีมา เมื่อปีการศึกษา 2537 เข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 รับราชการครูที่โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 - ปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย