

ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์



ปริญญาานิพนธ์
ของ
เยาวภา ผูกสมัคร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มีนาคม 2554

ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มีนาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มีนาคม 2554

เยาวภา ผูกสมัคร. (2554). ผลการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง, รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ และเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized pretest posttest control group design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบฝึกหัดจำนวน 11 ชุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งใช้วัดตัวแปรร่วม และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง คือ $\frac{E_1}{E_2}$ ข้อมูลระหว่างการทดลอง คือ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ส่วนข้อมูลหลังการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) และ t-test Dependent

ผลการทดลองพบว่า

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF INSTRUCTIONAL PACKAGE USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD
ON ACHIEVEMENT IN GEOMETRIC TRANSFORMATION
OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS
WHEN MENTAL ABILITY OF SPATIAL IS CONTROLLED



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University

March 2011

Yawwapha Phuksamak. (2011). *The Effect of Instructional Package Using The Geometer's Sketchpad on Achievement in Geometric Transformation Of Mathayomsuksa II Students When Mental Ability of Spatial is Controlled*. Master thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok:
Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee:
Dr. Sakesan Tongkhambanchong, Assoc.Prof. Wunya Wisaraporn.

The purposes of this research were (1) to build and find the effectiveness of instructional package using the geometer's sketchpad, (2) to compare the achievement in Geometric Transformation of Mathayomsuksa II students by instructional package using the geometer's sketchpad and the normal teaching, and (3) to compare attitude toward mathematics of the students, who studied by instructional package using the geometer's sketchpad. The experiment was conducted by Nonrandomized control group pretest posttest design. The sample in the study consisted of 2 classes of Mathayomsuksa II students. SamutsakornWittayalai School. Maung District, Samutsakorn Province. One class was assigned as the experimental group, taught by instructional package using the geometer's sketchpad. Another class was control group by the normally teaching. The instruments used in this instructional package using the geometer's sketchpad, mathematic learning package, eleven exercises, the achievements of learning mathematic tests, the mental of spatial test for measure the covariance and the attitude toward mathematics. The data collected were analyzed by E1/E2 and mean and percentage and analysis of Covariance and t-test dependence.

The result of this experiment were as follows:

1. The Instructional package using the geometer's sketchpad possessed the efficiency of 75/75 criteria.
2. The achievements in Geometric Transformation for Mathayomsuksa II students between the group taught by the instructional package using the geometer's sketchpad was higher than the other with normal teaching at the .01 level of significance when mental ability of spatial is controlled.

3. The attitude toward mathematics of the students, who studied by instructional package using the geometer's sketchpad The results of the experiment, after the experiments are higher than before the experiments which statistically significant at .01 level.



ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ของ

เยาวภา ผูกสมัคร

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรวงง)

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์)

(อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรวงง)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุวพร เข้มเฮง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้อุทิศเวลาอันมีค่าให้ความรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยช่วยเหลือเอาใจใส่ดูแลให้กำลังใจและความเอื้ออาทรเป็นอย่างยิ่ง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ได้ปริญญานิพนธ์ที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและประทับใจในความกรุณาของท่านอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ และอาจารย์ ดร.สุพพร เข้มเฮง ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์และให้คำแนะนำ เสนอข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ และมีคุณค่ายิ่งต่อการทำปริญญานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณาจารย์ในหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันมีคุณค่า ทำให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว สังคมและประเทศชาติ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศวรรษ มณีศรีขำ อาจารย์ ดร.รณิดา เชยขุ่ม อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ อาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตรรองผู้อำนวยการวิศิษฎ์ พหุลักษณ์ อาจารย์จอมใจ ทับทองดี อาจารย์สำราญ ผิวทองอ่อน และอาจารย์วันเพ็ญ กสิโอฬาร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อนๆภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เสมอมา

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอพระคุณ คุณพ่อสมบัติ-คุณแม่ละเอียด ผูกสมัคร และพี่ป้าน้ำอา ผู้มีพระคุณสูงสุดในชีวิต และคอยสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณอาณัติ กระแสศัพท์ที่คอยให้กำลังใจตลอดมา คุณค่าจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

เยาวภา ผูกสมัคร

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	1
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยขั้นทดลอง.....	5
	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยขั้นทดลอง.....	5
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
	สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดการสอน.....	10
	ความหมายของชุดการสอน.....	10
	ประเภทของชุดการสอน.....	12
	องค์ประกอบของชุดการสอน.....	14
	ทฤษฎีและหลักการในการผลิตสื่อการเรียนการสอน.....	16
	ขั้นตอนการสร้างของชุดการสอน.....	19
	ประโยชน์ของการเรียนการสอน.....	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน.....	27
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)	29
	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์.....	29
	คุณภาพผู้เรียน.....	29
	สาระ.....	30

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน.....	30
คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	34
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	34
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	34
ความหมายของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	34
แบบแผนการวิจัยสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	37
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	39
ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนการทดลอง ANCOVA.....	44
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	46
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	46
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	47
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	51
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต.....	53
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต.....	53
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต.....	56
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GSP.....	59
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต.....	59
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP	59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม GSP.....	62
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	66
ความหมายของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	66
ความสำคัญของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	68
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	69

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
2	(ต่อ)	
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	70
	ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	70
	ลักษณะของเจตคติ.....	71
	การเกิดเจตคติ.....	73
	เจตคติต่อการเรียนรู้.....	74
	หลักการของการวัดเจตคติ.....	75
	เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	76
	หลักการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน.....	78
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	79
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	82
	แบบแผนการทดลอง.....	83
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	84
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	100
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	117
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	117
	สมมติฐานในการวิจัย.....	117
	ขอบเขตของการวิจัย.....	117

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	118
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	120
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	120
อภิปรายผล.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	124
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....	124
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	125
บรรณานุกรม	126
ภาคผนวก.....	140
ประวัติผู้วิจัย.....	218

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ข้อตกลงเบื้องต้นและผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นของANCOVA.....	42
2	แบบแผนการทดลองการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต.....	83
3	ตารางเวลาที่ใช้ในการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	84
4	มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	88
5	ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSPเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต..	109
6	คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่าง การทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนของแบบฝึกหัด ทั้ง 11 ชุด.....	110
7	ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	111
8	คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	113
9	การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม.....	115
10	การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามตามข้อตกลง เบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	115
11	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรมGSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์	116
12	ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วย ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต.....	117

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงเรขาคณิต จำนวน 35 ข้อ.....	142
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ.....	144
15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ชุดที่ 2 จำนวน 10 ข้อ.....	145
16 คะแนนประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต.....	151
17 คะแนนประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำแนกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หลังการทดลอง และคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียน.....	153
18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	155
19 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุม.....	157
20 คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนทดลอง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลอง และคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	159
21 คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนทดลอง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลอง และคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุม.....	161

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	9
2 แผนภูมิการสร้างชุดการเรียนการสอน.....	22
3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต.....	95
4 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนของ แบบฝึกหัด.....	110
5 แผนภูมิแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเกณฑ์ การประเมินจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทาง เรขาคณิตหลังการทดลอง.....	113
6 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	114

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา ได้กำหนดไว้ว่าการจัดการศึกษา ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ให้ความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรมและบูรณาการความรู้ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างสมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543: 9-10)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล ฝึกให้คนคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและศักยภาพของนักเรียน ในด้านความมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้ รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 1)

เรขาคณิต เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทในการฝึกทักษะการคิดหาเหตุผล ทักษะการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและชีวิตประจำวัน และเป็นการช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีเหตุผล ทำงานเป็นระบบ มีขั้นตอน ลักษณะโจทย์บางรูปแบบยังช่วยพัฒนาความสามารถด้านการสำรวจเพื่อการค้นพบ การตั้งข้อคาดเดา การสืบเสาะหาเหตุผลสนับสนุนข้อคาดเดา ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่นำไปใช้แก้ปัญหาในที่สุด (DeGuire. 1987: 59-68; Milauskas. 1987: 69-84; อ่างอิงจาก วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. 2542: 1) แต่ในปัจจุบัน พบว่าการเรียนการสอนเรขาคณิตเป็นปัญหามากสำหรับครูคณิตศาสตร์และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุพจน์ ไชยสังข์ (2539:1-13) ที่พบว่าการเรียนในวิชาเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดทางเรขาคณิตต่ำ และมีประมาณร้อยละ 1 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เข้าใจความหมายของบทนิยาม ทฤษฎีบท และโครงสร้างในการพิสูจน์

สำหรับการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาส่วนใหญ่มีเรื่องเรขาคณิต และยังเป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนเรขาคณิตต่อไป ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษา โดยการสอบถามครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 จำนวน 70 คน พบว่า นักเรียนไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นทำอย่างไร เป็นปัญหามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิต นักเรียนมีความเบื่อหน่ายที่มักต้องสร้างรูปหลายๆ ครั้ง ในหลายๆรูปแบบเพื่อหาข้อสรุป นักเรียนไม่สามารถพลิกแพลงใช้ประโยชน์ในสิ่งที่เรียนรู้ออกมาแก้ปัญหาโจทย์ทางเรขาคณิตทั้งในแง่การนำไปใช้โดยตรงและการพิสูจน์ นักเรียนขาดทักษะการให้เหตุผล สื่อการสอนไม่เหมาะสมในการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถรู้ตัวเองทำผิดหรือถูกต้องเนื่องจากมองไม่เห็นภาพอย่างชัดเจน

จากสภาพปัญหาข้างต้น ครูผู้สอนเรขาคณิตจึงพยายามศึกษาและค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา อีกทั้งสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร ได้เห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงมีการระดมสมองของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ภายในจังหวัดสมุทรสาครจัดอบรมปฏิบัติการเกี่ยวกับ โปรแกรมซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต(The Geometer's Sketchpad หรือ โปรแกรม GSP) ซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 26-27)

จากการศึกษางานวิจัยโดยสวนใหญ่มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาว่ามีผลต่อตัวแปรตามหรือไม่ โดยที่ตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากตัวจัดกระทำมีค่าคงที่หรือถูกควบคุมจนไม่เกิดผลต่อตัวแปรตามที่ศึกษา แต่ในความเป็นจริงนั้น มีการวิจัยมากมายที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามที่ศึกษานั้นได้ทุกตัวแปร หรือมีตัวแปรที่ยากแก่การควบคุมเนื่องจากหน่วยของการสุ่มใหญ่เกินไป ดังเช่น การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน ย่อมเป็นไปได้ว่าผลการเรียนของนักเรียนนอกจากจะเป็นผลโดยตรงจากวิธีการสอนแบบต่างๆ แล้วบางส่วนอาจเกิดจากสภาพอื่นๆ ที่แตกต่างกันของนักเรียน เช่น พื้นความรู้เดิม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระดับสติปัญญา ความมีเหตุผล นั่นคือ ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มมิได้เกิดจากการจัดกระทำ (Treatment) เพียงอย่างเดียว แต่อาจเป็นเพราะความแตกต่างที่มีอยู่แต่เดิมของกลุ่มก็เป็นได้ (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2528: 239)

ดังนั้นการวิจัยทั้งหลายจึงพยายามจัดหรือควบคุมความแตกต่างที่มีอยู่เดิมของกลุ่มให้เหลือเพียงตัวจัดกระทำที่ต้องการศึกษาเท่านั้น วิธีจัดหรือควบคุมตัวแปรอื่นๆ อาจใช้วิธีการสุ่ม (Randomization) วิธีการจับคู่ (matching) หน่วยหรือบุคคลในกลุ่ม แต่ในบางครั้งวิธีควบคุมเหล่านี้ไม่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีความเท่าเทียมกันทุกประการ วิธีแก้ไขอีกวิธีหนึ่ง คือ การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ในกรณีที่มีตัวแปรบางตัวที่ผู้วิจัยไม่มั่นใจว่าสามารถควบคุมให้เท่ากันได้ในแต่ละกลุ่ม และตัวแปรนั้นๆ ยังมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับคุณลักษณะที่ศึกษาอีกด้วยซึ่งมักเรียก ตัวแปรอิสระที่ไม่สนใจศึกษาแต่มีผลต่อตัวแปรตามว่า ตัวแปรร่วม (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2528: 239-240)

วิธีการควบคุมทางสถิติหรือวิธีการขจัดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อน เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) เป็นการรวมการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์ความถดถอยเข้าด้วยกัน วิธีนี้ใช้วัดตัวแปรที่รวมมากับหน่วยทดลองและถือว่าเป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพิ่มขึ้นจากการวัดตัวแปรตามอีกอย่างน้อย 1 ตัว ตัวแปรร่วมนี้จะแปลงความแปรปรวนที่มีได้ควบคุมด้วยการทดลองและเชื่อว่ามีผลต่อตัวแปรตามในวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนี้เป็นการปรับผลการทดลองโดยขจัดส่วนที่มีได้ควบคุมอันเป็นผลจากตัวแปรร่วมออกไป (อุทุมพร ทองอุไทย. 2523: 388)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากันจะสามารถเข้าใจถึงขนาด มิติต่างๆอันได้แก่พื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรได้แตกต่างกัน และสามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผลสมของวัตถุต่างๆเมื่อนำมาซ้อนทับกันและสามารถรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูปได้แตกต่างกัน (กัลยาณี อุภุช. 2542: 9; อ้างอิงจาก Anastasia, 1961) และพบว่าสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวกำหนดหรือตัวทำนายที่สำคัญตัวหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับเรขาคณิต สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึง ขนาด และมิติต่างๆตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่างๆที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนการแยกภาพประกอบภาพและการจำแนกตำแหน่งที่ บน-ล่าง ซ้าย-ขวา (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541: 150) องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ และสามารถสร้างจินตนาการในการเห็นรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม ซึ่งการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต นั้นเป็นการวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์

ระหว่างรูปต้นแบบและรูปที่ได้จากการเลียนขนาน การสะท้อน และการหมุนได้(กัลยาณี อุกฤษ. 2542: 9; อ้างอิงจาก Thurstone. 1963: 121)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางเรขาคณิต ในทางปฏิบัติสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ไม่สามารถควบคุมโดยวิธีการทดลองได้ ผู้วิจัยจึงได้นำมาศึกษาเป็นตัวแปรร่วม เพื่อศึกษาว่าการสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP นี้ จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางเรขาคณิตของนักเรียนหรือไม่เพียงใด เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) มาใช้ในการวางแผนการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง

ความสำคัญของการวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้

1. ได้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ทำให้ทราบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันหรือไม่
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 5 ห้อง รวมทั้งสิ้น 220 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่เป็นกลุ่มเน้นคณิตศาสตร์ โดยได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน รวมจำนวน 90 คน ซึ่งภายในห้องเรียนของแต่ละห้องมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ จากนั้นจับสลากเลือก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP มีจำนวน 45 คน ส่วนนักเรียนอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ มีจำนวน 45 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยขั้นทดลอง

เนื้อหาในการวิจัยขั้นทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาที่อยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ซึ่งประกอบด้วย 3 บทเรียน ดังนี้

1. การเลื่อนขนาน
2. การสะท้อน
3. การหมุน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยขั้นทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการสอน แบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่
 - 1.1 การสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
 - 1.2 การสอนแบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอน
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
 - 2.3 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. ตัวแปรร่วม คือ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ

2. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และฝึกปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยใช้โปรแกรม GSP มีครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในชุดการสอนประกอบด้วย เนื้อหา กิจกรรม และแบบฝึกหัด จำนวน 11 ชุด ได้แก่ การเลื่อนขนาน 3 ชุด การสะท้อน 4 ชุด และการหมุน 4 ชุด ใช้เวลาทั้งหมด 10 คาบ โดยผู้เรียนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เมื่อได้นำไปสอนแล้วทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ตามเกณฑ์ 75 / 75 โดยมีความหมายดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในชุดการสอนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

4. การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) หมายถึง การเคลื่อนไหวของรูปเรขาคณิตโดยการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนของรูปรูปหนึ่ง

4.1 การเลื่อนขนาน (Translation) เป็นการแปลงรูปเรขาคณิตที่จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนไปตามทิศทางเดียวกันเป็นระยะเท่าๆกัน

4.2 การสะท้อน (Reflection) เป็นการแปลงรูปเรขาคณิตที่จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ข้ามเส้นตรงเส้นหนึ่ง ซึ่งเปรียบเสมือนกระจกหรือเรียกว่า เส้นสะท้อน โดยที่เส้นนี้จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับจุดแต่ละจุดบนรูปสะท้อนที่สมนัยกัน

4.3 การหมุน (Rotation) เป็นการแปลงรูปเรขาคณิตที่จุดทุกของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปเป็นมุมเดียวกันรอบจุดคงที่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า จุดหมุน รูปที่เกิดจากการแปลงดังกล่าวจะเท่ากันทุกประการ

5. การสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP หมายถึง การสอนผู้เรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตในห้องเรียนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดการสอนภายในเวลาที่กำหนดแต่ละบทเรียน โดยการศึกษาเนื้อหาสาระ ตัวอย่าง และฝึกทำแบบฝึกหัดในชุดการสอนทั้ง 11 ชุด

6. การสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนผู้เรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตในห้องเรียนโดยวิธีการบรรยาย อภิปราย และไม่ใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการเรียนซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาสาระ ตัวอย่าง และฝึกทำแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุด จากเอกสารประกอบการเรียน โดยมีการเรียนรู้ในสภาพปกติ

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนที่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกำหนดโดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือกถูกต้องเพียงคำตอบเดียว จำนวน 30 ข้อ

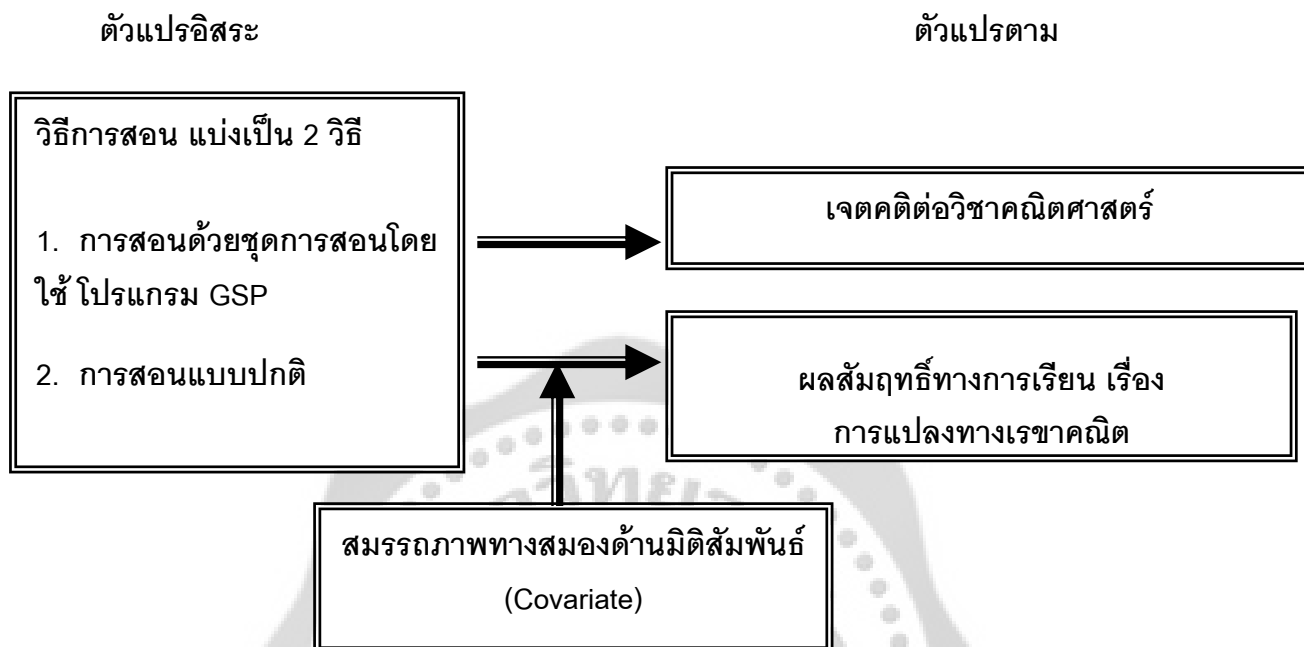
8. สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคลที่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รูปภาพรูปทรง ระยะเวลา-ไกล หรือมุมที่แตกต่างกัน รวมทั้งการจัดจำแนกหรือประกอบรูปร่างต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งที่สามารถมองเห็นหรือมองไม่เห็น และความสัมพันธ์มีมโนภาพในการเห็นรูปทรง เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือแปลงสภาพไปโดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของกัลยาณี อุกฤษ (2542) และสุกัลยาพัทสุขมนอกกุล (2545) มาใช้ซึ่งแบบทดสอบนี้ มีจำนวน 20 ข้อ

9. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่แสดงออกมาต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านบวก เช่น ความสนใจ ความพยายาม มีแรงจูงใจ เป็นต้น ส่วนทางลบ เช่น ความวิตกกังวล เครียด สับสนและขัดแย้ง เป็นต้น โดยวัดได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ แฉล้ม อินวารี (2552: 155-156) และกุลธร เสนหา (2549: 155-156) เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 30 ข้อ

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการให้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สูงขึ้นโดยใช้แนวคิดจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์ และสิ่งต่างๆ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในสภาพแวดล้อมการดำรงชีวิตได้ด้วยตนเอง ด้วยการนำเสนอเพื่อสร้างประสบการณ์ คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ ที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ ทำให้ผู้เรียนเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และเปลี่ยนกรอบความคิดของครูจากเดิม ซึ่งเน้นการสอนไปเป็นการให้อิสระแก่ผู้เรียน ได้ร่วมเรียนรู้เป็นอิสระในการเรียนโดยพึ่งพาตนเอง จากการศึกษางานวิจัยของรุ่งโรจน์ กิตติธธาธิก (2547) พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยของทิพวรรณ วังเย็น (2541) พบว่าสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีการวิจัยมากมายที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามที่ศึกษานั้นได้ทุกตัวแปร ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงพยายามขจัดหรือควบคุมความแตกต่างที่มีอยู่เดิมของกลุ่มให้เหลือเพียงตัวจัดกระทำที่ต้องการศึกษาเท่านั้น โดยเลือกใช้วิธีการควบคุมทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) ผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์มาเป็นตัวแปรร่วม (Covariate Variable) ซึ่งตามทฤษฎีของเทอร์สโตน สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งใน 7 องค์ประกอบของเทอร์สโตน ในวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนี้เป็นการปรับผลการทดลองโดยขจัดส่วนที่มีได้ควบคุมอันเป็นผลจากตัวแปรร่วมออกไป

จากแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าวสามารถกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้



สมมติฐานในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อการวิจัยดังนี้

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75 / 75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
2. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ของกระทรวงศึกษาธิการ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) สอนเรขาคณิต
7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้

1.1 ความหมายของชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้

ชุดการสอนและชุดการเรียนรู้ (Learning Package and Instructional Packages) ทั้งสองคำนี้ เป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน ซึ่งหมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (สิริมา สาระพล. 2547: 12) ทั้งนี้ กาญจนา เกียรติประวัติ (2524: 174-175) ได้อธิบายถึงความแตกต่างของชุดการสอนกับชุดการเรียนรู้ว่า “ชุดการสอน” เป็นคำที่ใช้มาตั้งแต่การใช้คำว่าชุดการสอน ทำให้ครูเกิดแนวคิดที่ว่าสื่อการเรียนทั้งหลายที่จัดรวบรวมไว้เพื่อให้ครูเป็นผู้ลงมือใช้ ดังนั้นผู้ที่ทำกิจกรรมก็คือ ครู ในปัจจุบันนักการศึกษาจึงหันมาใช้คำว่า “ชุดการเรียนรู้” เพื่ออ้างถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนเป็นชุดการเรียนรู้มากขึ้น บางคนก็มักจะเรียกรวมกันว่าชุดการเรียนรู้การสอน คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2524: 249) ได้ใช้คำว่าชุดการเรียนรู้การสอน โดยให้เหตุผลว่าการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครูกับนักเรียนจะต้องเกิดคู่กัน สำหรับความหมายของชุดการเรียนรู้หรือชุดการสอน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (Kapfer; & Kapfer.1972: 3-10) ให้ความหมายว่า ชุดการสอนเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ที่หลักสูตรต้องการ ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้นักเรียนได้เกิดพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการเรียน

ดวน (อนงค์นาฏ เดชอัมพร. 2548: 8 อ้างอิงจาก Duane.1973: 306) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนการสอนว่าเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล (Individual Instruction) อีกรูปแบบหนึ่งซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเป้าหมาย นักเรียนจะเรียนได้ตามอัตราความสามารถและความต้องการของตนเอง

กู๊ด (Good.1973: 306) ได้กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง ชุดโปรแกรมการสอน แต่ละหน่วยประกอบด้วยสื่อการสอน เครื่องมือการเรียนรู้ เครื่องมือแนะนำผู้สอนหรือคู่มือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง คำบรรยายลักษณะผู้เรียนที่ตั้งใจเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้

สุภาพร บุญหนัก (2544: 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียน หมายถึง การนำสื่อการเรียนการสอนหลายๆอย่างมาใช้รวมกัน โดยให้สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง เนื้อหา และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ หรือการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สุกัญญา ยีกา (2545: 15) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีระบบการผลิต และการนำสื่อการเรียนการสอนหลายๆอย่างมาใช้ให้สัมพันธ์กับเนื้อหา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

อัญชนา โปธิพลากร (2545: 67) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมหลายชนิดประกอบกันเพื่อทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี และบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง มีระเบียบวินัย มีความซื่อสัตย์ โดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ

อรอุมา ไชโยธธา (2547: 10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนว่า หมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์หลายชนิดและองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ธนกร ตุ่มบุญ (2548: 10) กล่าวว่า ชุดการเรียน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ครูสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำกิจกรรมการสอนต่างๆ มาบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนงค์นาฏ เดชอัมพร (2548: 10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนหรือชุดการสอน หมายถึง สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อเป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ ช่วยเหลือ ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้าความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และฝึกปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยใช้โปรแกรม GSP มีครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างมีประสิทธิภาพ ในชุดการสอนประกอบด้วย เนื้อหา กิจกรรม และแบบฝึกหัด จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน ใช้เวลา 10 คาบ โดยผู้เรียนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือการใช้ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.2 ประเภทของชุดการสอน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของชุดการสอนที่ช่วยให้ผู้สร้างได้ตัดสินใจว่าจะสร้างชุดการสอนในรูปแบบใด ซึ่งแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (สุภาพร บุญหนัก, 2544: 11; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ 2524: 250-251) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนไว้ 3 ประเภท คือ

1) ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคู่มือและเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่นำไปสอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมคาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู

2) ชุดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน เป็นชุดสำหรับให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดและมอบชุดการเรียนการสอนให้ แล้วคอยรับรายงานเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผล ชุดการเรียนการสอนนี้เป็นการฝึกให้เรียนด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนจะได้สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆได้ด้วยตนเอง

3) ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูและนักเรียนร่วมกัน ชุดการเรียนการสอนนี้มีลักษณะผสมระหว่างแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้นำ

แสดงให้เห็นนักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำเอง ชุดการเรียนการสอนนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การดูแลของครู

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 174-175) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนไว้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) ชุดการเรียนประเภทคำบรรยายหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการเรียนสำหรับครูใช้ คือ เป็นชุดการเรียนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดการเรียนการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2) ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดการเรียนการสอนนี้มุ่งเน้นที่ตัวนักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มจะประกอบด้วยชุดการเรียนการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุด ตามจำนวนนักเรียนในศูนย์ กิจกรรมนั้นสื่อการเรียนการสอนอาจจัดอยู่ในรูปของการเรียนการสอนรายบุคคลหรือนักเรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันได้ นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องขอความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว นักเรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เอง ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนหากมีปัญหานักเรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนในแต่ละศูนย์นักเรียนอาจจะสนใจการเรียนเสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น

3) ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาครบแล้ว จะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดการเรียนการสอนอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหานักเรียนจะสามารถปรึกษากันได้ระหว่างนักเรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะประธานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้บางครั้ง เรียกว่า บทเรียนโมดูล

เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร (ม.ป.ป.: 102) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1) ชุดการเรียนประกอบคำบรรยาย เป็นการผลิตสื่อและจัดกิจกรรมประกอบคำบรรยายของครูเกี่ยวกับเนื้อหา หรือประสบการณ์หน่วยใดหน่วยหนึ่งที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนพร้อมกัน เพื่อลดบทบาทการพูดของครู และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ใช้ได้กับนักเรียนทั้งชั้น หรือเป็นกลุ่มใหญ่ๆ

2) ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้กระทำเป็นกลุ่มๆ หรืออาจจัดในรูปศูนย์การเรียนรู้ (Learning Center) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีโอกาสทำกิจกรรม หรือศึกษาจากชุดการสอนย่อยๆ ทุกคน ทั้งด้วยตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในศูนย์ โดยครู มีหน้าที่ชี้แจง แนะนำ หรือให้คำปรึกษาเท่านั้น

3) ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเพื่อสนองความต้องการ ความสนใจ ความถนัด ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง เพิ่มความสามารถโดยไม่ต้องรอผู้อื่น ในชุดการสอนจะมีคำสั่ง คำแนะนำเกี่ยวกับกิจกรรม แหล่งวัสดุ อุปกรณ์ที่จะศึกษาเพิ่มเติม พร้อมทั้งแบบทดสอบเพื่อประเมินผลตนเองด้วย

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2542: 94-95) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนชุดการสอนไว้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) ชุดการเรียนประเภทคำบรรยาย เป็นชุดการเรียนสำหรับให้ผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือ เป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยาย เนื้อหาสาระชัดเจนยิ่งขึ้น ได้ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียงหรือ กิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2) ชุดการเรียนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการเรียนสำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกัน เป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะ ในเนื้อหาและให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกัน

3) ชุดการเรียนรายบุคคลหรือชุดการเรียนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการเรียนสำหรับ เรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจ ของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือเรียนที่บ้านก็ได้ส่วนมากมักจะมุ่งให้เรียนได้ทำความเข้าใจ เนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนจะสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าประเภทของชุดการเรียนหรือชุดการสอนข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของชุดการเรียนหรือชุดการสอน แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ชุดการเรียนแบบคำบรรยาย ชุดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม และชุดการเรียนแบบรายบุคคล

1.3 องค์ประกอบของชุดการสอน

คาร์ดาเรลลี (ณยศ สงวนสิน. 2547: 13; อ้างอิงจาก Cardarell. 1973: 150) กำหนด โครงสร้างของชุดการสอนจะต้องประกอบด้วย

- 1) หัวข้อ (Topic)
- 2) หัวข้อย่อย (Subtopic)
- 3) จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล(Rational)

- 4) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)
- 5) การสอบก่อนเรียน (Pretest)
- 6) กิจกรรมประเมินผลได้ด้วยตนเอง (Activities and Self – evaluation)
- 7) การทดสอบย่อย (Quiz or Formative test)
- 8) การทดสอบขั้นสุดท้าย (Posttest or summative evaluation)

ดวน (อนงคณาฎ เดชอัมพร. 2548: 8; อ้างอิงจาก Duane. 1973: 306) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอน 6 ประการดังนี้

- 1) มีจุดมุ่งหมายและเนื้อหา
- 2) บรรยายเนื้อหา
- 3) มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 4) มีกิจกรรมให้เลือกเรียน
- 5) มีกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ
- 6) มีเครื่องมือวัดผลก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 186 – 187) ได้กำหนดองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ 6 ส่วน

ดังนี้

- 1) หัวเรื่อง
- 2) คู่มือการเรียนการสอน
 - 2.1) คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียน
 - 2.2) สิ่งที่คุณจะต้องเตรียมก่อน
 - 2.3) บทบาทนักเรียน
- 3) วัสดุประกอบการเรียน
- 4) บัตรงาน
- 5) กิจกรรมสำรวจ หรือศูนย์สำรวจ
- 6) ขนาดรูปแบบของชุดการสอน

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542: 55) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

- 1) บัตรคำสั่ง ซึ่งจะชี้แจงรายละเอียดว่าผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
- 2) บัตรกิจกรรมและบัตรเฉลยกิจกรรม จะประกอบไปด้วยหัวข้อเรื่อง ระดับ

เรื่องกิจกรรมและเฉลยกิจกรรม

- 3) บัตรเนื้อหา จะบอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง สูตร

นิยาม ตัวอย่าง

4) บัตรแบบฝึกหัด จัดไว้สำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกหลังจากได้ทำบัตรกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ประกอบไปด้วย หัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม กฎต่างๆ โจทย์แบบฝึกหัด

5) บัตรทดสอบและบัตรเฉลยข้อทดสอบ ประกอบไปด้วย หัวข้อเรื่องและหัวข้อทดสอบและจัดทำเฉลยไว้ด้วย นอกจากนี้แล้วอาจจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียน (pretest) แบบทดสอบหลังเรียน (posttest) ไว้ใช้สำหรับการประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนดังกล่าว ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดองค์ประกอบของชุดการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) คู่มือการใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ เป็นส่วนอธิบายรายละเอียดการใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์
- 2) ชื่อชุดการสอนคณิตศาสตร์
- 3) คำชี้แจง อธิบายเป้าหมายของชุดการสอนคณิตศาสตร์และลักษณะของชุดการสอนคณิตศาสตร์
- 4) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อบอกเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดหลังจากการทำชุดการสอนคณิตศาสตร์
- 5) เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำชุดการสอนคณิตศาสตร์
- 6) สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน
- 7) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ
- 8) สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุในชุดการสอนคณิตศาสตร์นั้นมีวัสดุ-อุปกรณ์อะไรบ้าง
- 9) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์

1.4 ทฤษฎีและหลักการในการผลิตสื่อการเรียนการสอน

เคมปี และเดย์ตัน (Kemp; & Dayton.1985: 13-15) ได้เสนอแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนไว้ดังนี้

- 1) กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เป็นกลุ่มที่ตีพฤติกรรมของมนุษย์ว่าการเรียนรู้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง เรียกว่า การเรียนรู้แบบ S-R สิ่งเร้าก็คือข่าวสารเนื้อหาวิชาที่ส่งไปให้ผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนการสอนโปรแกรมการเรียนการสอนทั่วไปมักอิงทฤษฎีนี้ โดยจะแตกลำดับขั้นของการเรียนออกเป็นขั้นตอนย่อยๆและเมื่อผู้เรียนเกิดการตอบสนอง ก็จะสามารถตอบได้ทันทีที่เกิดการเรียนรู้หรือไม่ ถ้าตอบสนองถูกต้องจะมีการเสริมแรง โปรแกรมการเรียนการสอนรายบุคคลจะอิงทฤษฎีนี้มาก

2) กลุ่มทฤษฎีการรู้คิด (Cognitive Theory) เป็นกลุ่มที่เน้นกระบวนการ ความรู้ ความเข้าใจหรือการรู้คิด อันได้แก่ การรับรู้อย่างมีความหมาย ความเข้าใจ และความสามารถ ในการจัดกระทำ อันเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์ ทฤษฎีนี้ถือว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของสติปัญญา และความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์

3) กลุ่มทฤษฎีสังคมนิยม (Social Learning Theory) เป็นกลุ่มที่เน้นปัจจัย ทางบุคลิกภาพและปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ การเรียนรู้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการกระทำทางสังคม โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรงหรือผ่านสื่อการเรียนการสอน

ทฤษฎีทั้งสามกลุ่มต่างมีความคล้ายคลึง หรือจุดเน้นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและ การใช้สื่อการเรียนการสอนดังนี้

1) แรงจูงใจ (Motivation) หากนักเรียนมีความต้องการ ความสนใจหรือ ความปรารถนาที่จะเรียนรู้ก็จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้าง ให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยการเสนอสื่อการสอนที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจ คือ จัดประสบการณ์หรือจัด กิจกรรมในการเรียนรู้ที่มีความหมาย หรือน่าสนใจสำหรับนักเรียน

2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนต่างคนต่างมี อัตราและวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน ดังนั้นการจัดสื่อการสอนจะต้องคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย

3) วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (Learning Objectives) ในการจัดการเรียนการสอน หากนักเรียนทราบจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ก็จะทำให้นักเรียนมีโอกาสบรรลุจุดประสงค์ได้มากกว่า ที่จะไม่ทราบ นอกจากนี้วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้อย่างช่วยในการวางแผนสร้างสื่อการเรียนการสอน ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าควรจะมีเนื้อหาอะไรในสื่อ

4) การจัดเนื้อหา (Organization of Content) การเรียนรู้จะขึ้นหากมีการจัดลำดับ เนื้อหาสาระในการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนและสมเหตุสมผล

5) การจัดเตรียมความรู้ที่มีมาก่อน (Pre-learning Preparation) บางครั้งการเรียนรู้ สาระหนึ่งๆ จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีมาก่อน ดังนั้นการสร้างชุดการสอน ควรคำนึงถึงธรรมชาติและระดับการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม เพื่อจัดเตรียมความรู้ให้กับกลุ่มผู้เรียน

6) อารมณ์ (Emotion) การเรียนรู้เกี่ยวกับอารมณ์ และความรู้สึกของบุคคลพอ ๆ กับความสามารถทางสติปัญญา ดังนั้นการสร้างชุดการเรียนการสอนควรตอบสนองอารมณ์ ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เป็นสำคัญ

7) การมีส่วนร่วม (Participation) การเรียนรู้จะเกิดผลอย่างรวดเร็ว และคงทน หากได้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งทางสติปัญญาและทางกายภาพ และควรจัดเป็น เวลายาวนานกว่าการเรียนรู้ โดยการฟังหรือการดู

8) การสะท้อนกลับ (Feedback) การเรียนรู้เพิ่มขึ้น หากนักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจ

9) การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อนักเรียนบรรลุผลในการเรียนรู้เนื้อหาสาระใดแล้ว ก็จะถูกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้นี้เป็นรางวัลที่สร้างความเชื่อมั่นและส่งผลให้เกิดพฤติกรรมทางบวกแก่นักเรียน

10) การฝึกปฏิบัติและการกระทำซ้ำ (Practice and Repetition) บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องของความรู้และทักษะได้ จะต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำอยู่เสมอซึ่งจะนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้

11) การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) ผลลัพธ์ที่พึงปรารถนาของการเรียนรู้ คือ การเพิ่มความสามารถของแต่ละบุคคล ในการประยุกต์หรือการถ่ายโยงการเรียนรู้ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับปัญหาหรือสภาพการณ์ใหม่ได้

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 292-293) กล่าวว่า หลักการและทฤษฎีที่สำคัญพื้นฐานในการสร้างชุดการสอน คือ

1) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual differences) นักการศึกษาได้นำหลักการจิตวิทยาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ เพราะถือว่าการสอนนั้นไม่สามารถป้อนผู้เรียนให้เป็นแม่พิมพ์เดียวกันได้ในเวลาที่เท่ากัน เพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขา และใช้เวลาในเรื่องหนึ่งๆ ที่แตกต่างกันไป ความแตกต่างเหล่านี้มีความแตกต่างในด้านความสามารถ (Ability) สติปัญญา (Intelligence) ความต้องการ (Need) ความสนใจ (Interest) ร่างกาย (Physical) อารมณ์ (Emotion) และสังคม (Social) ด้วยเหตุผลที่คนเรา มีความแตกต่างกันดังกล่าว ผู้สร้างชุดการสอนพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในชุดนั้นๆ

2) การนำสื่อประสมมาใช้ (Multi-Media Approach) เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ความพยายามอันนี้ก็เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งให้ความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่างๆ

3) ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้

3.1 เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.2 ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองว่าถูกหรือผิดได้ทันที

3.3 มีการเสริมแรง คือ ผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ หรือดีใจที่ตนเองทำได้ออกต้อง เป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป ถ้าตนเองทำไม่ถูกต้องจะได้ทราบว่าที่ถูกต้องนั้นคืออะไร

จะได้ไตร่ตรองพิจารณาทำให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความท้อถอยหรือสิ้นหวังในการเรียน เพราะเขาจะมีโอกาสที่จะสำเร็จได้เหมือนคนอื่นเหมือนกัน

3.4 เรียนรู้ไปที่ละขั้น ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

4) การใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) เป็นการนำเอาการวิเคราะห์ระบบมาใช้ โดยจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน ทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการเรียนการสอนจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบ จะต้องมีการตรวจเช็คทุกขั้นตอนและทุกอย่างจะต้องสัมพันธ์สอดคล้องกันเป็นอย่างดี มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเป็นที่น่าเชื่อถือได้จึงจะนำออกใช้

บุญเกื้อ ครอบหาเวช (2543: 92-94) กล่าวถึงแนวคิดและหลักการในการนำชุดการเรียนมาใช้ในระบบการศึกษา สามารถสรุปได้ 5 ประการ

- 1) การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 2) ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวทางการเรียนการสอนไปจากเดิม การจัดการเรียนการสอน แต่เดิมนั้นเรายึดครูเป็นหลักเปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเองโดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่างๆ
- 3) การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การใช้สื่อการสอนในปัจจุบันได้คลุมไปถึงการใช้วัสดุสิ้นเปลือง เครื่องมือต่างๆ รวมทั้งกระบวนการและกิจกรรม
- 4) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม
- 5) การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม

1.5 ขั้นตอนการสร้างของชุดการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนหรือชุดการสอนดังนี้

ฮีทเทอร์ส (Heathers. 1977: 342-344) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการสอนด้วยตนเอง คือ

- 1) ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาแล้วจัดลำดับขั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องจากง่ายไปหายาก
- 2) ประเมินความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิมของนักเรียน
- 3) เลือกกิจกรรมการเรียน วิธีการสอนและสื่อการเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยต้องคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของนักเรียน
- 4) กำหนดรูปแบบการเรียน

5) กำหนดหน้าที่ของผู้ประสานงานหรือจัดอำนาจการความสะดวกในโรงเรียน

6) สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่
ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 123) ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 199-200) ได้กล่าวถึง
หลักการผลิตการเรียนการสอนไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดหน่วยการเรียน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการเรียน

2) กำหนดหัวเรื่องในการเรียน แต่ละหน่วยควรแบ่งประสบการณ์ออกเป็น 4-6 หัว
เรื่อง

3) กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ สรุปรวมแนวความคิด สาระ และ
หลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้

4) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องโดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม

5) กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6) กำหนดรูปแบบการประเมินผลต้องประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
โดยใช้แบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากใช้ชุดการเรียนแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรม
การเรียนรู้วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

7) เลือกลงและผลิตสื่อการเรียนการสอน

8) การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน โดยประสิทธิภาพของชุดการเรียน
การสอน 90/90 สำหรับเป็นเนื้อหาที่เป็นความจำ และประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน 80/80
สำหรับวิชาทักษะ โดยคำนึงว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียน
บรรลุผล

9) การใช้ชุดการเรียน เป็นขั้นนำไปใช้ซึ่งจะต้องตรวจสอบปรับปรุงตลอดเวลา

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 189-192) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนไว้ 10 ขั้นตอน
ดังนี้

1) ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็นหน่วยการเรียน
ต่างๆซึ่งในแต่ละหน่วยการเรียนจะมีหัวข้อเรื่องย่อยๆอีก ซึ่งควรเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระ
ให้ถูกต้องว่าอะไรเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ก่อน

2) พิจารณาตัดสินใจอีกครั้งว่า จะทำชุดการสอนแบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่า
ผู้เรียนคือใคร (Who is learner) จะมีเงื่อนไขอะไรกับผู้เรียน (Give what condition) มีกิจกรรมอะไร
(Does what Activities) และจะทำได้ดีอย่างไร (How well Criterion) สิ่งเหล่านี้จะเป็นเกณฑ์
ในการกำหนดการเรียน

3) กำหนดการเรียนรู้การสอนโดยประมาณ เนื้อหาสาระที่จะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนนั้นหาสื่อได้ง่าย พยายามศึกษาวิเคราะห์ให้ละเอียดอีกครั้งว่า หน่วยการเรียนรู้สอนนั้นมีหลักการ หรือความคิดรวบยอดอะไรและมีหัวข้อเรื่องย่อยๆอะไรอีกบ้างในหน่วยนี้ พยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4) กำหนดความคิดรวบยอด โดยสรุปแนวคิด สาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้สอดคล้องกัน

5) จุดประสงค์การเรียนรู้ต้องให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอด โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

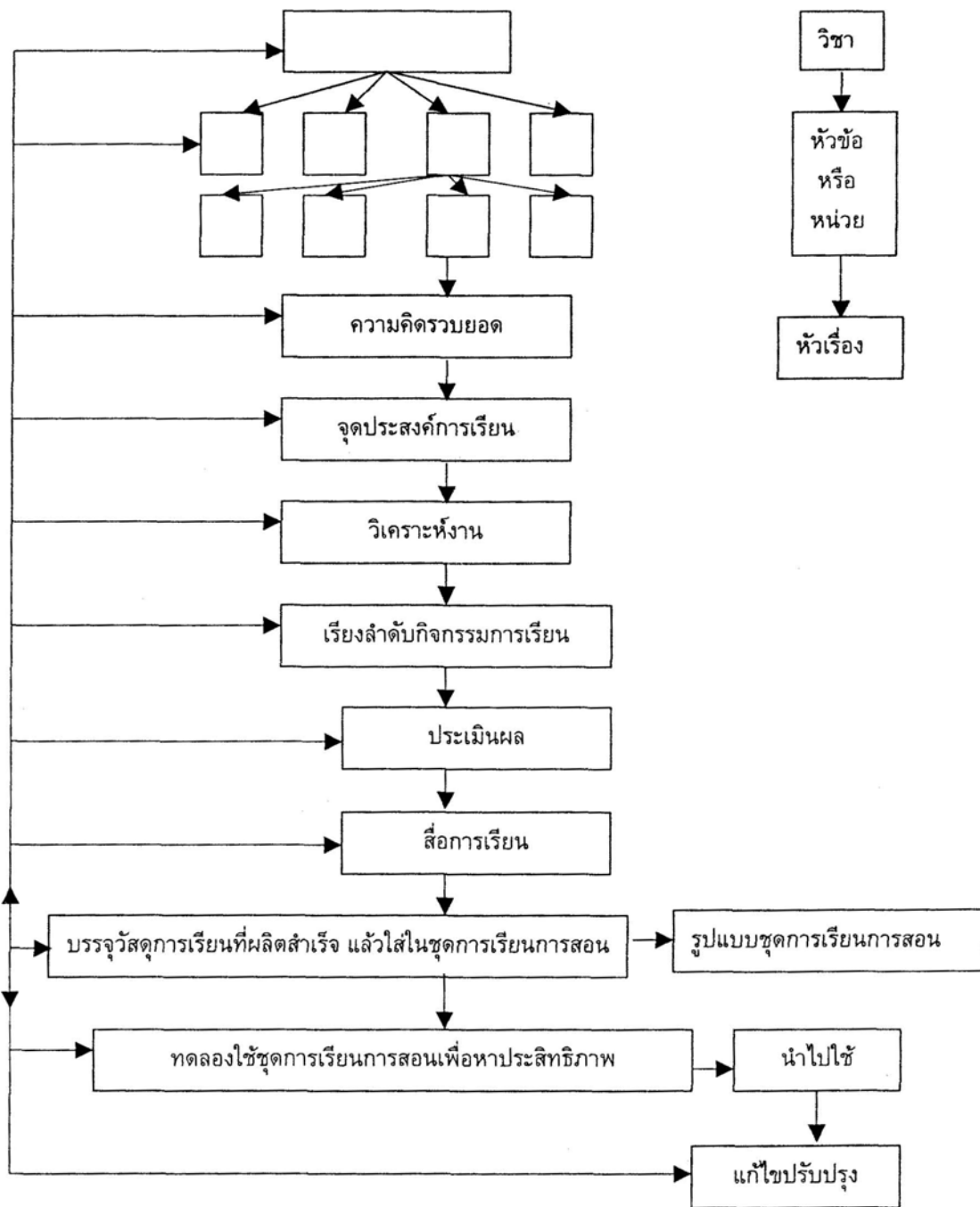
6) การวิเคราะห์งาน คือ การนำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์งานเพื่อหากิจกรรมการเรียนรู้การสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้เหมาะสมถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

7) เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นขั้นที่สมบูรณ์ เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในการเรียนโดยคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน (Entering Behavior) วิธีการดำเนินการสอน (Instructional Procedures) ตลอดจนการติดตามผลและประเมินพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาเมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว (Performance Assessment)

8) จัดทำหรือหาสื่อการเรียนรู้ให้เรียบร้อย

9) ประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

10) ทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม โดยนำไปทดลองกับกลุ่มเล็กๆก่อน และเมื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องพร้อมกับแก้ไข ปรับปรุงอย่างดีแล้ว จึงนำไปทดลองกับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสร้างชุดการเรียนการสอน

(วิชัย วงษ์ใหญ่. 2525: 194)

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 53-55) กล่าวว่า การผลิตชุดการเรียนรู้ การสอนมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอนอาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้ การจัดแบ่งเรื่องจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และลักษณะการใช้ชุดการสอนนั้นๆ การแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดการสอนในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน

2) กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการได้อย่างเหมาะสม

3) จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่งๆจะใช้เวลานานเท่าใดนั้น ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้น

4) กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้ แต่ละหน่วย ควรประกอบด้วยหัวข้อย่อยหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4-6 หัวข้อ

5) กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร ผู้สอนเองยังไม่ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อะไรบ้าง การกำหนดกรอบความคิดหรือหลักการก็ไม่ชัดเจนซึ่งจะรวมไปถึงการจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อและส่วนประกอบอื่นๆ ก็จะไม่ชัดเจนตามไปด้วย

6) กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

จากการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้หรือชุดการสอน ข้างต้นสรุปได้ว่า มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตร
- 2) วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ออกเป็นหน่วยย่อยให้เหมาะสม
- 3) กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กำหนดความคิดรวบยอดให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้
- 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน และสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้
- 5) ผลิตสื่อให้เหมาะสม
- 6) ประเมินผลให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้
- 7) ทดลองใช้ชุดการสอน เพื่อประเมินคุณภาพ และปรับปรุงให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2528: 490-496) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนดังนี้

1) สำหรับหน่วยงานผลิตชุดการเรียนการสอน เป็นการประกันคุณภาพของชุดการเรียนการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงที่เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่ทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนและผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็ก็ต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลาและเงิน

2) สำหรับผู้ใช้ชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้นก่อนนำชุดการเรียนการสอนไปใช้ ควรเชื่อมั่นว่าชุดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้ได้ชุดการเรียนการสอนที่มีคุณค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3) สำหรับผู้ผลิตชุดการเรียนการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาที่บรรจุในชุดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมและง่ายต่อการเข้าใจ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์จะประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นการประเมินผลจากพฤติกรรมย่อยๆ หลายพฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมอื่นๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

2) พฤติกรรมขั้นสุดท้าย เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนจะกำหนดเป็นที่ผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ได้เช่น 75/75 เป็นต้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมศาสตร์. 2533 : 495)

การคำนวณประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน สำหรับสถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2525: 295) กล่าวถึงสูตรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการสอน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

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

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังเรียน
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528: 215) ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ผลิตได้ไว้ 3 ระดับคือ

- 1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกินกว่า 2.5%
- 2) เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%
- 3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

1.6 ประโยชน์ของชุดการเรียนการสอน

แฮริสเบอร์เกอร์ (Harrisberger.1973: 201-205) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนการสอนว่า

- 1) ผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองดูก่อนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับไหน หลังจากนั้นจะต้องเริ่มต้นเรียนในสิ่งที่เขาไม่รู้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนแล้ว
- 2) ผู้เรียนสามารถจะนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจ โดยไม่จำกัดในเรื่องของเวลา สถานที่
- 3) เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้ และทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันทีตลอดเวลา
- 4) ผู้เรียนจะมีโอกาสได้พบปะหารือกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนการสอนด้วยตนเอง
- 5) ผู้เรียนจะได้รับเกรดคะแนนขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง
- 6) จะไม่มีคำว่า สอบตก สำหรับผู้เรียนที่เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาในเรื่องเดิมนั้นใหม่จนกว่าผลการเรียนจะได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สันทัต ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2525: 199) ได้สรุปประโยชน์ในการใช้ชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้ คือ

- 1) ช่วยรักษาความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เพราะชุดการเรียนการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนมากที่สุด
- 2) ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองและเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจและความต้องการของตนเอง
- 3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- 4) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน
- 5) ทำให้การเรียนรู้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม (2527: 113-114) กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการเรียนการสอนที่มีต่อผู้เรียนและผู้สอนดังนี้

- 1) ให้ผู้สอนรู้จักใช้เทคนิคในการสำรวจผู้เรียนจากพฤติกรรมที่เด็กแสดงออกมา
- 2) ให้ผู้สอนรู้จักนำผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียน

- 3) ให้ผู้สอนรู้จักใช้การเสริมแรง
- 4) ช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนและจัดปัญหาการขาดแคลนครู
- 5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถ ความสนใจและความถนัดของตนเอง
- 6) ช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนช้าผิดปกติ ซึ่งอาจนำชุดการสอนนี้ไปเรียนเองที่บ้าน โดยที่ผู้ปกครองคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ

ยุพิน พิพิธกุล (2524: 295) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนแบบสื่อประสม ดังนี้

- 1) ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่าย เพราะมีการเปลี่ยนสิ่งเร้า อยู่ตลอดเวลา
- 2) ทำให้นักเรียนได้รับความรู้กว้างขวางและเข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้นเนื่องจากผู้เรียน ได้มีโอกาสทราบผลทันทีทันใด เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เป็นอย่างดีและสามารถตรวจสอบตนเองได้ว่าการพัฒนาเพิ่มขึ้นเท่าใด ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ที่จะเรียนมากขึ้น
- 3) เป็นการประหยัดเวลา ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ได้รวดเร็ว เพราะได้เรียนจาก สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันหลายๆ อย่าง
- 4) เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนทั้งวิธีสอนและการเลือกใช้สื่อการเรียน

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน

ฉวีวรรณ ศรีสังข์ทอง (2541: 95) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม ในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม ภายหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการสอนซ่อมเสริมสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุมพต ขำวีระ (2538: 64-67) ได้ทำการวิจัยพัฒนาชุดการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 และชุดการสอนนี้สามารถพัฒนาสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการวัดสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน

อัญชนา โพธิพลากร (2545: 131-132) ได้ทำการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีบทของพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนได้รับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อนเนก จันทรจรรยา (2545: 51) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 54.21 / 46.36 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ คือ 75 / 75 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังใช้ชุดการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อนงค์นาฏ เดชอัมพร (2548: 67) ได้ทำการศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน สรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อที่ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำชุดการเรียนการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ประกอบด้วยเนื้อหา กิจกรรม และแบบฝึกหัด จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน ใช้เวลา 10 คาบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกายและจิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.2 คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้วผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการควบคุมกำกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

2.2.1 มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2.2 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

2.2.3 มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมและจริยธรรม มีวิจรรณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2.3 สาร

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆเข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจให้ผู้เรียนเรียนสาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆเพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

2.4 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1: เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ และจำนวนตรรกยะ

2) รู้จักจำนวนอตรรกยะ และจำนวนจริง

3) เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4) เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และสามารถ

เขียนจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) ได้

5) เข้าใจเกี่ยวกับรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

มาตรฐาน ค 1.2: เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

- 1) บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้
- 2) ทหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้
- 3) อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการหารากของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการของจำนวนต่างๆ ได้
- 4) ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3: ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

- 1) มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
- 2) ทหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงโดยการประมาณ การเปิดตาราง หรือการใช้เครื่องคำนวณ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4: เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

- 1) มีความเข้าใจสมบัติต่างๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหาได้
- 2) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนในระบบจำนวนจริง

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1: เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

- 1) เข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 2) เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 2.2: วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

- 1) คาดคะเนเวลา ระยะทาง ขนาด และน้ำหนัก อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้
- 2) ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 2.3: แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

1) ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1: อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

1) อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2) สร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยไม่เน้นการพิสูจน์ได้

3) วิเคราะห์ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2: ใช้การนิยาม (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

1) เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมเส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

2) เข้าใจเกี่ยวกับการแปลง (Transformation) ทางเรขาคณิต ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

3) บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปต้นแบบ และสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1: อธิบายและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ได้

มาตรฐาน ค 4.2: ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

1) แก้สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

2) เขียนสมการหรืออสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์ หรือปัญหาที่กำหนดให้และนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3) เขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดหรือสมการเชิงเส้นที่กำหนดให้ได้

4) อ่านและแปลความหมายกราฟที่กำหนดให้ได้

5) แก่ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

6) อธิบายลักษณะของรูปที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบนระนาบพิกัดฉากได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1: เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

1) กำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลได้

2) เข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

3) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2: ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

1) เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3: ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

1) ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ และใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

2) เข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้

2) ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.2: มีความสามารถในการให้เหตุผล

1) สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ

มาตรฐาน ค 6.3: มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

1) ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

มาตรฐาน ค 6.4: มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

1) เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

2) นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ค 6.5: มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.5 คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วสามารถ

2.5.1 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปต้นแบบและรูปที่ได้จากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนได้

2.5.2 นำสมบัติเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน การสะท้อน และหมุนไปใช้ได้

2.5.3 บอกพิกัดของรูปเรขาคณิตที่เกิดจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบนระนาบพิกัดฉากได้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA)

3.1 ความหมายของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

โลแมก (Lomax. 1992) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมว่า เป็นการรวม การวิเคราะห์ความแปรปรวนกับเทคนิคของการวิเคราะห์ความถดถอยเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งการรวมโมเดล

ทั้งสองนี้จะเรียกว่า โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) โดยมีตัวแปรเพิ่มเข้ามาเรียกว่า ตัวแปรร่วม (Covariate) ซึ่งจะรวมอยู่ในการวิเคราะห์โดยตัวแปรร่วมนี้จะเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุมในการทดลอง เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนโดยใช้เทคนิคทางสถิติ ถ้าไม่ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนแล้วจะส่งผลต่อตัวแปรตามในการทดลอง การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยปกติจะมีตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัวเท่านั้นและเป็นรูปแบบ fixed-effect model และรวมตัวแปรร่วมเข้าไว้เพียง 1 ตัวเท่านั้น จะเรียกว่า ANCOVA model ซึ่งแนวคิดการวิเคราะห์จะทำงานองเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 1 องค์ประกอบ แต่เพียงรวมเทคนิคการปรับแก้ทางสถิติ ตัวแปรร่วม การปรับแก้ค่าเฉลี่ย และข้อตกลงเบื้องต้นที่เพิ่มขึ้นอีก เช่น ความเป็นเอกพันธ์ของความชันของเส้นถดถอย ความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระและตัวแปรร่วม

อุทุมพร ทองอุไทย (2523: 388) กล่าวว่า การควบคุมทางสถิติหรือการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เป็นการรวมการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์ความถดถอยเข้าด้วยกัน วิธีนี้ใช้วัดตัวแปรที่รวมมากับหน่วยทดลองและถือว่าเป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพิ่มขึ้นจากการวัดตัวแปรตามอีกอย่างน้อย 1 ตัว ตัวแปรร่วมนี้จะเป็นแหล่งความแปรปรวนที่มีได้ควบคุมด้วยการทดลองและเชื่อว่ามีผลต่อตัวแปรตามในวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนี้เป็นการปรับผลการทดลองโดยขจัดส่วนที่มีได้ควบคุมอันเป็นผลจากตัวแปรร่วมออกไป

ลัดดาวลย์ หวังพานิช (2528: 240) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) มุ่งทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งเป็นผลจากการจัดกระทำ (treatment effect) ที่พยายามขจัดหรือควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือมีผลต่อคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาในการวิจัย หลักการสำคัญของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมยึดแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANCOVA) ผสมกับแนวคิดของสหสัมพันธ์และการถดถอย (correlation and regression) กล่าวคือใช้วิธีการของวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม แต่ค่าเฉลี่ยเหล่านี้ถูกปรับ (adjusted) เพื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรปะปนโดยใช้สมการถดถอย (linear regression line) ก่อน ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ถูกปรับแล้ว (adjusted group means)

สุรัชย์ มีชาญ (ม.ป.ป.: 31) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปรตามระหว่างกลุ่มอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรอิสระจริงๆ มีค่าสูงขึ้นร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะแยกผลกระทบกับตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระออกไปจากค่าของตัวแปรตามที่วัดมาได้ด้วย การนำค่าของตัวแปรเกินบางตัวที่มีผลกระทบกับตัวแปรตามมาพิจารณาเป็นตัวแปรร่วม (Covariate) และใช้หลักการทางสถิติกระทำห้ค่าของตัวแปรหลังจากการจัดกระทำ (Post-test) ได้รับ

การปรับแก้ โดยผลอันเนื่องมาจากตัวแปรพร้อมนั้นออกไปก่อน ทำให้ความแม่นยำในประมาณค่าความแตกต่าง

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี (2542: 198-202) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เป็นวิธีทางสถิติชนิดหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมความแปรปรวนทางอ้อมซึ่งเป็นวิธีการผสมผสานระหว่าง การวิเคราะห์ความแปรปรวนกับรีเกรสชัน โดยเก็บข้อมูลหรือลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งทดลองอย่างน้อย 2 ข้อมูลคือ ข้อมูลของปัจจัยหรือลักษณะที่สนใจศึกษาเรียกว่า ตัวแปรตาม (dependent variable หรือ variate) และลักษณะหรือข้อมูลที่มีผลต่อข้อมูลแรกซึ่งเรียกว่า ตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรปรวนร่วม (independent variable หรือ covariate) หรือกล่าวโดยสรุปคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นการจัดอิทธิพลของตัวแปรปรวนอิสระออกไปก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ตัวแปรตาม โดยจะปรับค่า sum of square และ degree of freedom ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Covariance) ของตัวแปรตามและปรับค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีที่ทดลองให้เกิดความยุติธรรมโดยความสอดคล้องกับตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อผลการทดลองที่ศึกษา ในการวิเคราะห์ด้วย covariance และยังมีข้อสังเกตที่ต้องพิจารณาก่อนใช้อยู่บางประการคือ

1) ตัวแปรร่วม (covariate) ต้องเป็นค่าคงที่และวัดโดยปราศจากความคลาดเคลื่อน สิ่งทดลองต้องไม่มีผลหรืออิทธิพลต่อความแปรปรวน ซึ่งผู้ทดลองสามารถใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปกติหาความแตกต่างระหว่างข้อมูลของตัวแปรร่วมไม่ได้เป็นผลของสิ่งทดลองโดยตรง แต่เกิดเนื่องจากปัจจัยอื่น ผู้ทดลองจึงสามารถนำตัวแปรร่วมมาใช้ปรับค่าตัวแปรตามได้

2) อิทธิพลของตัวแปรร่วม (x) ที่มีต่อตัวแปรตาม (y) เฉลี่ยแล้วมีผลให้ค่าตัวแปรตามเพิ่มหรือลดลงในอัตราคงที่คือ ซึ่ง คือสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชันและ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรปรวนร่วม ดังนั้นรีเกรสชันของตัวแปรปรวนตามที่มีต่อตัวแปรร่วมจึงเป็นเส้นตรงและเป็นอิสระจากสิ่งทดลองและบล็อก

3) ผลตกค้าง (residual) หรือความคลาดเคลื่อนจะต้องกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนร่วมกัน

ผจญจิต อินทรสุวรรณ (2547: 119) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance: ANCOVA) เป็นวิธีทางสถิติหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในการวิจัยทางสาขา พฤติกรรมศาสตร์และสาขาอื่นๆ แม้ว่าวิธีการนี้อาจใช้ได้กับทั้งการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยเชิงสำรวจ แต่การอธิบายโดยทั่วไปจะอาศัยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง ในการทดลองนั้น โดยทั่วไปผู้ทดลองพยายามที่จะควบคุม เพื่อลดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดลอง และเพื่อที่จะสามารถประมาณค่าของผลของวิธีการที่ใช้ในการทดลอง (Treatments) โดยไม่ลำเอียง การควบคุมนี้ผู้ทดลองอาจจะกระทำโดยตรง ที่รูปแบบแผนการทดลอง

(experimental control) หรือการควบคุมในเชิงสถิติ (statistical control) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นวิธีการของการควบคุมในเชิงสถิติ

ชูศรี วงศ์รัตน์ (2550: 293) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนผสมกับการถดถอยในแนวเส้นตรง การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากตัวแปรตาม แต่การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (adjusted means) เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้ปรับร่วมกันระหว่างค่าที่วัดได้จากตัวแปรตามกับตัวแปรร่วม เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้ตัดผลอันเกิดจากความไม่เท่าเทียมกันในตอนเริ่มต้นก่อนทำการทดลองออก ถ้าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติจะต้องนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วไปทำการเปรียบเทียบพหุคูณ

3.2 แบบแผนการวิจัยสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ผจงจิต อินทรสุวรรณ (2547: 119) กล่าวว่า การใช้ ANCOVA จะมีประโยชน์เมื่อผลที่จัดออกโดยการปรับตัวแปรร่วมไม่ใช่ประเด็นที่สนใจของการทดลอง และเมื่อมีสภาวะอื่นๆ อีก 3 ประการคือ

- 1) มีตัวแปรภายนอก (Extraneous variables) 1 ตัวหรือมากกว่าซึ่งเชื่อได้ว่ามีผลต่อ y และคิดว่าไม่เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้น
- 2) ไม่สามารถควบคุมตัวแปรภายนอกเหล่านั้นได้ด้วยการออกแบบการทดลอง
- 3) ผลของ Treatment ไม่กระทบกระเทือนต่อคะแนน X ที่วัดได้ นั่นคือ วัด X ก่อนให้ Treatment วัด X หลังจากให้ Treatment แต่ก่อนที่ Treatment จะมีโอกาสส่งผลต่อ X สามารถตั้ง ข้อสมมติได้ว่า Treatment ไม่มีอิทธิพลต่อ X

ฉะนั้นในแบบแผนการทดลองที่ใช้ ANCOVA จึงควรมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.1) เลือกหน่วยการทดลองอย่างสุ่มลงในกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุม และ การให้ treatment กระทำโดยการสุ่มเช่นกัน

3.2) วัด X ก่อนให้ Treatment เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีอิทธิพลจาก Treatment

3.3) ให้ Treatment

3.4) วัดผลของ Treatment

กล่าวโดยสรุปอย่างสั้นๆ การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่จะให้ได้ผลที่ดีที่สุด มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นเมื่อหน่วยของการทดลองถูกเลือกอย่างสุ่มลงในกลุ่มการทดลอง เมื่อตัวแปรร่วมและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงสูงมาก และโด่งของความสัมพันธ์เท่ากันในทุกกลุ่ม หรือเมื่อต้องการจัดพวก หน่วยของการทดลองตามคุณสมบัติอื่น

สุรัชย์ มีชาญ (ม.ป.ป.: 31) กล่าวว่า ในการวิจัยทำนองนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการควบคุมหรือกำจัดตัวแปรเกินหรือตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง ที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ วิธีการควบคุมตัวแปรเกินที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีดังนี้

1) การใช้สมาชิกที่มีลักษณะของตัวแปรเกินใกล้เคียงกันมากที่สุด นั่นคือ สมาชิกทุกๆ หน่วยที่เลือกมา ต้องมีลักษณะของตัวแปรเกินนั้นๆ ใกล้เคียงกันทั้งหมด การควบคุมตัวแปรเกินโดยวิธีนี้จึงเป็นการจำกัดขอบเขตของการอ้างอิงผลการวิจัยไปใช้ให้แคบลงไปด้วย เพราะจะอ้างอิงไปสู่ประชากรเฉพาะกลุ่มที่มีตัวแปรเกินในลักษณะดังกล่าวเท่านั้น

2) การจัดสมาชิกเข้ากลุ่มโดยการสุ่ม (Random) วิธีการนี้จะทำให้โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าของตัวแปรต่างๆ ที่อาจเกี่ยวข้องของทุกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความใกล้เคียงกันมากยิ่งขึ้น กล่าวอย่างง่ายก็คือ สุ่มปนกันเพื่อให้ทุกๆ กลุ่มมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุดในระยะเริ่มแรก ซึ่งในการวิจัยโดยทั่วไปมักจะไม่สามารถกระทำเช่นนี้ได้อย่างสมบูรณ์นัก

3) การจัดคู่สมาชิกโดยใช้ตัวแปรเกินเป็นเกณฑ์ วิธีการนี้ผู้วิจัยจะประอบความยุ่งยากที่สำคัญประการหนึ่งคือ การตัดสินใจว่าตัวแปรตัวใดที่น่าจะส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามมากที่สุดที่ควรจะใช้เป็นเกณฑ์ในการจับคู่สมาชิกนั้น ตัวแปรที่มักจะใช้เป็นเกณฑ์ในการจับคู่อยู่บ่อยครั้งเช่น เพศ อายุ ระดับสติปัญญา และความถนัดทางการเรียน เป็นต้น การจับคู่สมาชิกโดยใช้ตัวแปรเกินนี้นิยมกระทำใน 3 รูปแบบ คือ

3.1) จับคู่สมาชิกทีละคู่โดยใช้ตัวแปรเกินเป็นเกณฑ์ แล้วจัดสมาชิกของแต่ละคู่เข้ากลุ่มโดยการสุ่ม วิธีนี้ทำได้ไม่ยากนักถ้ามีตัวแปรเกินเพียงตัวเดียว แต่ถ้ามีตัวแปรเกินมากกว่า 1 ตัวจะเป็นไปได้ยากในการหาสมาชิกแต่ละคู่ที่มีลักษณะของตัวแปรเกินเหล่านั้นใกล้เคียงกันที่สุด

3.2) จับคู่เป็นกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรเกินของกลุ่มเหล่านั้นไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วจึงจัด Treatment ให้ แต่ละกลุ่มโดยการสุ่ม การควบคุมตัวแปรเกินโดยวิธีนี้จะทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นยำน้อยกว่า วิธีแรกแต่ทำได้สะดวกมากกว่า

3.3) จัดลำดับสมาชิกตามความมากน้อยของตัวแปรเกิน เช่น สมาชิก 2 คนแรกจะจัดให้เป็นคู่ที่ 1 และสองคนถัดมาจะจัดให้เป็นคู่ที่ 2 ทำเช่นนี้เรื่อยๆ หลังจากนั้นจัดสมาชิกแต่ละคู่เข้ากลุ่มโดยการสุ่มเช่นเดียวกับวิธีใน 3.2 การควบคุมตัวแปรเกินโดยวิธีนี้จะทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นยำน้อยกว่าวิธีแรก แต่ก็สะดวกและมีความเป็นไปได้มากกว่าในทางปฏิบัติ

4) การใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อควบคุมผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรเกิน เช่น การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

5) นำตัวแปรเกินนั้นมาใช้ในการวิจัย โดยกำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระอีกตัวหนึ่ง

6) ควบคุมสภาพการณ์ในการทดลองให้มีความคงที่ โดยผู้วิจัยจะต้องพยายามควบคุมให้สภาพการณ์ต่างๆ ในการทดลองของทุกกลุ่มเหมือนกันที่สุด ยกเว้นตัวแปรอิสระเท่านั้น เช่น การทดลองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยควรใช้จำนวนสมาชิกเท่าๆกันในแต่ละกลุ่ม ใช้ครูผู้สอนคนเดียวกัน สภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่คล้ายคลึงกัน โดยจัดให้ต่างกันเฉพาะวิธีการสอนเท่านั้น จะเห็นได้ว่าวิธีการนี้มุ่งเน้นไปที่การควบคุมตัวแปรเกินภายนอกเป็นสำคัญ ขณะที่ตัวแปรเกินอีกกลุ่มหนึ่งที่ต้องพึงตระหนักไว้ด้วยกันก็คือ ตัวแปรภายในบุคคลหรือสมาชิกที่นำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองนั้น ว่าน่าจะมีตัวแปรเกินอะไรบ้างที่สำคัญและจะควบคุมได้อย่างไร

7) การควบคุมผลของการถดถอยทางสถิติ กระทำได้โดยการไม่เลือกสมาชิกที่มีคะแนนผลการสอบก่อนให้ Treatment สูงหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มมากๆ ถ้าจำเป็นต้องเลือก ก็ควรให้มีเหมือนกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.3 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจะรวมข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์ความถดถอย และยังมีข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มขึ้นมาเฉพาะ เช่น ตัวแปรร่วมต้องถูกวัดโดยปราศจากความคลาดเคลื่อน ความเป็นเอกพันธ์ของความชันเส้นถดถอย และความเป็นอิสระจากกันของตัวแปรอิสระและตัวแปรร่วม ซึ่งจะอธิบายในแต่ละประเด็นดังนี้

อุทุมพร ทองอุไทย (2523: 389) ได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมไว้ดังนี้

1) การทดลองมีแหล่งความแปรเปลี่ยนอื่น ซึ่งเชื่อว่าจะมีผลต่อตัวแปรตาม และไม่เกี่ยวข้องกับจุดหมายของการทดลอง

2) การควบคุมโดยการทดลองไม่สามารถทำได้

3) สามารถวัดผลตัวแปรอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อผลการทดลอง โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

ถ้าข้อกำหนด 3 ข้อนี้มีได้ผล และตัวแปรร่วมได้รับอิทธิพลจากการทดลอง การปรับตัวแปรตามก็จะลำเอียง

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2541: 260-261) ได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมไว้ดังนี้

1) การแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ (Normality) คือ ความเป็นโค้งปกติของการแจกแจงข้อมูล ซึ่งทุกค่าของ X และ Y ต้องมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติทุกกลุ่ม การตรวจสอบความเป็นโค้งปกติมีหลายวิธี เช่น การพล็อตกราฟดูการแจกแจงของข้อมูล หรืออาจใช้การแจกแจงความถี่ด้วยแผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม หรือบลิ๊ทพล็อต

2) ความแปรปรวนของประชากรทุกกลุ่มเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity of Variance) คือ ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม การละเมิดข้อตกลงนี้อาจนำไปสู่การลำเอียงในการประมาณค่า SS ผลของการละเมิดข้อตกลงจะมีน้อยในกรณีที่มี n แต่ละกลุ่มเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

3) กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มที่เป็นอิสระ (Random and Independent Errors) คือ จะไม่มีความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบเกิดขึ้น และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากแต่ละตัวอย่างจะเป็นอิสระจากกัน สำหรับการตรวจสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน โดยการนำความคลาดเคลื่อนแต่ละกลุ่มมาพล็อตกราฟ ถ้าข้อตกลงนี้เป็นจริงแล้วความคลาดเคลื่อนจะตกอยู่บนกราฟอย่างสุ่มในแต่ละกลุ่ม หากข้อตกลงนี้ถูกละเมิดแล้วความคลาดเคลื่อนจะตกอยู่บนกราฟกระจุกตัวอยู่ในกลุ่ม

4) ความสัมพันธ์ของคะแนน X และ Y ที่ได้จากการวัดในเวลาต่างกันมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง เขียนในรูปสมการ

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \beta(x_{ij} - \bar{X}) + \epsilon_{ij}$$

โดยที่	Y_{ij}	แทน	ผลการวัดตัวแปรตามที่ยังไม่ปรับค่าของหน่วยทดลองที่ i ระดับการทดลอง j
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยรวม (Grand Mean) ของ Y
	α_j	แทน	ผลของการทดลองระดับที่ j
	β	แทน	สัมประสิทธิ์ของการถดถอยเชิงเส้นตรงของ Y และ X
	ϵ_{ij}	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัด
	x_{ij}	แทน	คะแนนของตัวแปรร่วม
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการวัดของตัวแปรร่วม

5) ความเป็นเชิงเส้นตรง (Linearity) คือ การถดถอย Y บน X เป็นเชิงเส้นตรง ถ้าความสัมพันธ์ของ X และ Y ไม่เป็นเชิงเส้นตรง การใช้ ANCOVA จะไม่เหมาะสม การประมาณค่าอิทธิพลของกลุ่ม (group effects) ก็จะไม่แม่นยำและการปรับแก้ค่า SS_w และ SS_b ก็จะได้ค่าต่ำ ดังนั้น

ความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ควรจะต้องเป็นเชิงเส้นตรง การตรวจสอบความเป็นเชิงเส้นตรง โดยการพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X สำหรับแต่ละกลุ่ม

6) ตัวแปรอิสระเป็นแบบกำหนด (Fixed Independent Variable) คือ ระดับของตัวแปรอิสระที่ถูกกำหนดโดยผู้วิจัย ซึ่งจะเป็นแบบกำหนด (Fix-effect model) ไม่ควรเป็นตัวแปรแบบสุ่ม (random-effect model) หากเลียงไม่ได้ ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรแบบสุ่ม ควรเปลี่ยนไปใช้โมเดล ANCOVA สำหรับตัวแปรอิสระที่เป็นแบบสุ่ม

7) ความเป็นอิสระของตัวแปรร่วมและตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรร่วมต้องไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรอิสระหรือตัวแปรจัดกระทำ ถ้าตัวแปรร่วมมีอิทธิพลต่อตัวแปรอิสระแล้วการใช้ตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์อาจเกิด 7.1) อิทธิพลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรตามจะเป็นเพียงอิทธิพลหลอก (spurious) หรือ 7.2) ค่าของตัวแปรร่วม จะได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของตัวแปรอิสระ

8) ตัวแปรร่วมถูกวัดโดยปราศจากความคลาดเคลื่อน นั่นคือในทางสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์ตัวแปรยอมถูกวัดโดยมีความคลาดเคลื่อนในการวัดรวมไว้ด้วยเสมอการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นนี้ทำได้โดยการคำนวณความเชื่อมั่น (reliability) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของเครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรร่วมก่อนนำไปใช้ในการวิจัย ควรมีความเชื่อมั่นสูงและมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำ อาจพิจารณาไปถึงความเที่ยงตรง (validity) ของเครื่องมือวัดร่วมด้วย

สุรชัย มีชาญ (ม.ป.ป.: 31) กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมไว้ดังนี้

- 1) การแจกแจงของตัวแปรตามของกลุ่มประชากรเป็นโค้งปกติ
- 2) ความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน
- 3) ค่าตัวแปรแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน ทั้งภายในและระหว่างกลุ่ม
- 4) ตัวแปรร่วม และตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง
- 5) ค่าความลาดเอียงหรือสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน

ทุกๆกลุ่ม

กัลยา วานิชย์บัญชา (2551: 173) ได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมไว้ดังนี้

- 1) ภายในแต่ละกลุ่ม ความสัมพันธ์ระหว่าง Covariate กับตัวแปรตาม จะต้องมีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น

2) การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) เป็นแบบปกติ (Normal) ความสัมพันธ์ระหว่าง Covariate กับตัวแปรตามต้องเหมือนกันทุกกลุ่ม จากเงื่อนไขนี้ทำให้ผู้วิจัยต้องทดสอบความเท่ากันของ Slope เส้นตรง ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ ANCOVA

สรุปข้อตกลงเบื้องต้นและผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นของ ANCOVA ในตาราง 1

ตาราง 1 ข้อตกลงเบื้องต้นและผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นของ ANCOVA

ข้อตกลงเบื้องต้น	ผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้น
1. ความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน	และยังเพิ่มระดับความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และ 2 ในการทดสอบ F, มีผลต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยและการสรุปอ้างอิงค่าเฉลี่ยไปยังประชากร
2. ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน	มีความลำเอียงใน SS_{with} เพิ่มความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และ 2, มีอิทธิพลน้อยเมื่อ n แต่ละกลุ่มเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
3. ความเป็นโค้งปกติ	ถ้า X เป็นโค้งปกติแล้ว F -test จะมีความแกร่งของการไม่เป็นโค้งปกติของ Y แต่ถ้า Y ไม่เป็นโค้งปกติแล้ว F -test จะอ่อนไหวต่อการไม่เป็นโค้งปกติของ X
4. ความเป็นเชิงเส้นตรง	ลดขนาดของ r_{XY} , การประมาณค่าอิทธิพลของกลุ่มจะลำเอียง, การปรับแก้ค่าใน SS จะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง
5. ตัวแปรอิสระเป็นแบบกำหนด	เปลี่ยนไปใช้โมเดล ANCOVA ที่เป็นตัวแปรแบบสุ่มแทน
6. ความเป็นอิสระของตัวแปรร่วมและตัวแปรอิสระ	อาจจะลดหรือเพิ่มอิทธิพลของกลุ่ม, อาจจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของค่าในตัวแปรร่วม
7. ตัวแปรร่วมถูกวัดโดยปราศจากความคลาดเคลื่อน	ทดลองแท้จริง: b_w จะประมาณค่าได้ต่ำกว่าความเป็นจริง, การปรับแก้ค่าจะได้ค่าต่ำ, ลดความแปรปรวนที่ไม่สามารถอธิบายได้, F มีอำนาจการทดสอบต่ำ, ลดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 กึ่งทดลอง: b_w จะประมาณค่าได้ต่ำกว่าความเป็นจริง, การปรับแก้ค่าจะได้ค่าต่ำ, อิทธิพลของตัวแปรทดลองจะลำเอียง
8. ความเป็นเอกพันธ์ของความชัน	อิทธิพลของตัวแปรทดลองขึ้นอยู่กับค่าของ X , การปรับแก้ค่าเฉลี่ยจะลำเอียง, F มีอำนาจการทดสอบต่ำ, ลดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ชูศรี วงศ์รัตนะ (2546: 299) กล่าวว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ทำได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองทั้งหมด (Total sum of squares) ของข้อมูลชุด X และชุด Y ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองภายในกลุ่ม (Within-group sum of square) ของข้อมูลชุด X และชุด Y และ

2) ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองระหว่างกลุ่ม (Between-groups sum of squares) ของข้อมูลชุด X และชุด Y

นั่นคือ ต้องหา $SS_{w(X)}$, $SS_{b(X)}$, $SS_{w(Y)}$ และ $SS_{b(Y)}$

ขั้นที่ 2 แบ่งผลรวมของผลคูณทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ผลรวมของผลคูณภายในกลุ่ม (Within – group sum of product)

2) ผลรวมของผลคูณระหว่างกลุ่ม (Between – groups sum of products)

นั่นคือ ต้องหา $SS_{w(P)}$, $SS_{b(P)}$

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองทั้งหมดที่ปรับแล้ว (Adjusted total sum of squares) ของข้อมูล X เพื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วม Y นั่นคือ ต้องหา SS'_t

ขั้นที่ 4 คำนวณผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองภายในกลุ่มที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Within – group sum of squares) ของข้อมูล X โดยใช้เส้นถดถอยภายในกลุ่มของ X เมื่อทราบค่า Y นั่นคือ ต้องหา SS'_w

ขั้นที่ 5 คำนวณผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองระหว่างกลุ่มที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Between-groups sum of squares) โดยเอาค่าที่คำนวณได้ในขั้นที่ 3 ตั้งลบด้วยค่าที่คำนวณได้ในขั้นที่ 4 นั่นคือ ต้องหา SS'_b

ขั้นที่ 6 หา S_w^2 และ S_b^2

$$\text{เมื่อ } S_w^2 = \frac{SS'_w}{N - k - 1}$$

$$S_b^2 = \frac{SS'_b}{k - 1}$$

ขั้นที่ 7 ทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของข้อมูล X โดยใช้สูตร $F = \frac{S_b^2}{S_w^2}$

แล้วเปรียบเทียบกับ F ตารางที่เปิดจาก Table D โดยใช้ df ของข้อมูลชุด X ที่ปรับแล้วดังนี้
 $df_1 = k - 1, df_2 = N - k - 1$

ข้อดีและข้อเสียของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2540: 246) มีดังนี้

ข้อดี

1. ช่วยให้ผู้ที่ทดลองขจัดแหล่งความลำเอียงที่ไม่สามารถขจัดออกไปได้ โดยการควบคุมทดลองได้อย่างน้อย 1 แหล่ง
2. ช่วยลดความคลาดเคลื่อนทางการทดลอง
3. ถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่มีความเป็นเอกพันธ์ก่อนการทดลอง อาจเก็บข้อมูลเพื่อเป็นตัวแปรปรวนร่วมได้ขณะทดลอง

ข้อเสีย

1. การคำนวณอาศัยเวลาและยุ่งยากกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเข้มงวดต่อข้อตกลงเบื้องต้นมากกว่า ทำให้การวิจัยบางอย่างปฏิบัติไม่ได้

สรุปว่า จากการทดลองที่ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง ANCOVA นั้น มีข้อดี คือ ผู้วิจัยสามารถระบุได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นั้นผู้วิจัยสามารถขจัดตัวแทรกซ้อน 1 ตัวที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องมาจากเป็นระดับความสามารถของผู้เรียน คือ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ ทำให้ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต จึงเป็นผลเนื่องมาจากชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนการทดลอง ANCOVA

งานวิจัยในประเทศ

เฉลิมชัย เทียมกลิ่นทอง (2546: บทคัดย่อ) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนวิชา เครื่องยนต์ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะการนำเสนอคำอธิบายประกอบภาพต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวมจำนวน 58 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง แบ่งเป็น – กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะการนำเสนอคำอธิบายประกอบภาพแบบซ่อนคำอธิบายสูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีลักษณะการนำเสนอคำอธิบายประกอบภาพแบบแสดงคำอธิบายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผานิต เย็นแซ (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลของการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน ซิปปาเพื่อการพัฒนาจริยธรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริยศึกษาและพฤติกรรมเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนประถมสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จริยศึกษาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นาฎยา ปันยา (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ที่มีต่อเชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนกลุ่มละ 36 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ มีเชาวน์อารมณ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศิวรินทร์ ทองย่น (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือและกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบปกติ ซึ่งดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อปรับอิทธิพลของความสามารถด้านเหตุผล

งานวิจัยต่างประเทศ

แวมผูก และดิว (อนุภูมิ คำยัง. 2552; อ้างอิงจาก Wampold; & Drew.1990: 349-352) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ลิโอนาด (อนุภูมิ คำยัง. 2552; อ้างอิงจาก Leonard.1958: 347) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรร่วมน้อยกว่า 0.4 แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม แต่ที่สหสัมพันธ์มากกว่า 0.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแตกต่างของคะแนนมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและแผนการวิเคราะห์แบบแฟคทอเรียลในทุกค่าสหสัมพันธ์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนการทดลอง ANCOVA สรุปได้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) นั้น ผู้วิจัยระบุได้ว่า ผลการทดลองนั้นเป็นเนื่องมาจากตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยศึกษาเพียงปัจจัยเดียว หรือเป็นผลมาจากตัวแปรแทรกซ้อนที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ผู้วิจัยศึกษา และสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแทรกซ้อนกับตัวตามได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

กู๊ด (Good.1973: 7) — ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบหรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

อนาสตาซี (Anastasi.1970: 107) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและองค์ประกอบทางด้านไม่ใช่สติปัญญา อันได้แก่ องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาด้านอื่นๆ

สุนันท์ ศลโกสุม (2525: 129) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 89) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นความสามารถหรือคุณลักษณะของผู้เรียนอันเกิดจากการเรียนการสอน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นอย่างน้อยเพียงใด

อัญชญา โพธิพลากร (2545: 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

อนงค์นาฏ เดชอัมพร (2548: 44) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนจากแบบทดสอบหรืองานที่ครูมอบหมาย

จากการศึกษาค้นคว้าความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ได้ว่าหมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนที่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกำหนด โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือกรู้ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว จำนวน 30 ข้อ

4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นที่ยอมรับเพรสคอตต์ (Prescott, 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยาและการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

- 1) องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
- 2) องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดา มารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
- 3) องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
- 4) องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวันเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
- 5) องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน
- 6) องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอล (Carrol. 1963: 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

แมดดอกซ์ (Maddox. 1963: 9) ได้ทำการศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ50-60 ขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ10-15

แรนนัคซี (Rannucci. 1964: 19-23) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า การเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาเวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางความสามารถทางด้านนี้ ในการแก้โจทย์ปัญหาทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูป หรือนึกภาพ ถ้าเราสามารถมองรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาวงวิชาคณิตศาสตร์ก็มักจะง่ายขึ้นและยังกล่าวว่าการเรียนเลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิต การแก้สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ทุกอย่างส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

มนูญ โคติบุญโล (2539: 71) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ พื้นฐานความรู้เดิม พื้นฐานความรู้เดิม โปรแกรมการเรียนที่เลือกเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพเศรษฐกิจของครอบครัว การศึกษาของบิดามารดา ระดับการศึกษาที่นักเรียนต้องการศึกษาต่อ และวิธีการสอนของครูในชั้นเรียน

คณานิตย์ ธนสุนทรสุทธิ (2540: 73-74) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดสุรินทร์จำนวน 542 คน คุรุประจำวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 11 คน พบว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ พื้นฐานความรู้เดิม โปรแกรมการเรียนที่เลือกเรียน สถานที่อยู่อาศัย เพศ ความพร้อมด้านตำราและอุปกรณ์การเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูใช้ในการสอน

พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540: 70-71) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์

มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล และมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณพงษ์ สิทธิโชค (2540: 59-60) สรุปองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านอุปนิสัยในการเรียน เช่น ขาดสมาธิในการเรียน ขาดความพยายาม ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ชอบผัดวันประกันพรุ่ง และขาดความละเอียดรอบคอบด้านวิธีการเรียนของนักเรียน เช่น เว่งอ่านหนังสือเมื่อใกล้เวลาสอบเพียงเล็กน้อย ไม่ศึกษาบทเรียนคณิตศาสตร์ที่จะเรียนมาล่วงหน้า ไม่รู้จักแบ่งเวลาในการเรียนให้เหมาะสม ไม่ทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ขาดแรงจูงใจในการเรียน

วิมล พงษ์पालิต (2541: 49) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นประกอบด้วยคุณลักษณะของตัวผู้เรียน ซึ่งได้แก่พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด รวมทั้งลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือคุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ ตามลำดับ

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 25) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายอย่างดังต่อไปนี้คือ

1) ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้องซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2) ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วยอายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ของครู ความเอาใจใส่ในหน้าที่ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

3) ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สถิติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะเวลาไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทักษะคติเกี่ยวกับการเรียน การสอน เจตคติต่อการเรียน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4) ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจ สังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อัญชญา โภธิพลากร (2545: 95) กล่าวว่า องค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือด้านตัวนักเรียน เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนก็คือการสอนของครูนั่นเอง

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ที่ทำให้เกิดผลโดยตรงนั้น คือ การสอนของครูนั่นเอง

4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนในวิชาคณิตศาสตร์ วัชรีย์ บูรณสิงห์ (2525: 435) ได้กล่าวว่าเป็นนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ระดับสติปัญญา(I.Q) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
- 2) อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จะต่ำกว่านักเรียนอื่นๆ.
- 3) มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
- 4) จำหลักการหรือกรอบแนวคิดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
- 5) มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
- 6) มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งของต่างๆและการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
- 7) มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สังเกตจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
- 8) มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 9) มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเอง และบางครั้งรู้สึกดูถูกตัวเอง
- 10) ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

11) อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

12) ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้น

13) มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังและมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ

14) ไม่ประสบผลสำเร็จในด้านการเรียนทุกๆ ไป

15) ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ

16) มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

สรุปได้ว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอน และการสร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงของครูที่จะจัดหาวิธีการที่เหมาะสม นำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นครูจึงมีบทบาทในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ซึ่ง ยุพิน พิพิธกุล (2539: 234-242) กล่าวถึงวิธีการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้

1) ส่งเสริมให้คิดโจทย์ปัญหาแปลกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

2) ค้นคว้าเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

3) โรงเรียนควรส่งเสริมให้มีการแข่งขันทักษะทางวิชาการ

4) ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสดำลองมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และค้นพบข้อสรุป

ด้วยตนเอง

5) หากนักเรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ควรจัดการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล

6) จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พนิดา จันทรา (2543: 78-79) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งได้กำหนดให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเป็นตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความภาคภูมิใจในตนเอง เชื่อความอำนาจในตน – นอกตน ผลการ

วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได (Stepwise Multiple Regression Analysis) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นอยู่กับ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความภาคภูมิใจในตนเอง เชื่อความอำนาจในตนเอง - นอกตน โดยมีค่า $R^2 = 19.11\%$

ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ (2543: 64-65) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้ทำการศึกษาหาสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมการสอนและสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีสาเหตุมาจากทั้งตัวผู้สอนและนักเรียน กล่าวคือ ด้านตัวผู้สอนพบว่า ครูขาดการเตรียมการสอน ครูใช้สื่อการเรียนการสอนน้อย ครูใช้เทคนิคและวิธีการสอนไม่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ครูเร่งสอนเพื่อให้จบเนื้อหาตามที่หลักสูตรกำหนดโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ด้านนักเรียน พบว่า นักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี นักเรียนขาดการช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างใกล้ชิด นักเรียนเก่งจะแข่งขันกันเรียน ส่วนนักเรียนที่อ่อนจะถูกลดทอนจากเพื่อน จึงทำให้เกิดความท้อแท้ในการเรียน

วัฒนา ปลาตะเพียนทอง (2546: 87-88) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ปัจจัยด้านความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ การอบรมเลี้ยงดูแบบเอาใจใส่ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อนนักเรียน มีค่าเท่ากับ .453 , .220 และ .191 ตามลำดับ ซึ่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครู มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ .072 ส่วนปัจจัยด้านความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ สัมพันธภาพในครอบครัว และฐานะเศรษฐกิจของครอบครัว มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริวรรณ ฤกษ์นันท์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติจำนวนนับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กุลธร เสน่หา (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านผู้เรียนและด้านครอบครัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความถนัดด้านตัวเลข เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความรับผิดชอบต่อการเรียน ส่งผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความถนัดด้านตัวเลขส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด ส่วนเจตคติต่อครูผู้สอนและปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ การส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต คือ โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เนื่องจากเป็นสื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP มาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

5.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต

การจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่เลือกสรรวิธีการสอนและจัดลำดับชั้นการเสนอเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับระดับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเรขาคณิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต (โกมล ไพศาล, 2540: 20) ซึ่งมีรายละเอียดสำคัญดังนี้

ซิมมอนส์ (Simmons, 1993: 41) ได้เสนอกิจกรรมซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน ดังนี้

- 1) การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน
- 2) การเสนอเค้าโครงย่อประเด็นหลักของบทเรียน

3) ใช้การอุปมาอุปมัย เป็นการสร้างสถานการณ์ของหัวเรื่องใหม่ให้สัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน ตลอดจนบางสิ่งที่คุ้นเคยกับผู้เรียน

4) การทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับงานก่อนหน้า เช่น การทบทวนที่เกี่ยวข้องกับความรู้โดยตรง ทักษะ หรือความเข้าใจ

สิธุ (Sidhu, 1981: 291) ได้แนะนำการสอนเรขาคณิต ดังนี้

1) งานที่ให้ผู้เรียนฝึกทำควรได้สัดส่วนและชัดเจน
2) ครูควรให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง โดยการทดลองวัดจริงหรือประสบการณ์

3) กระดานดำที่ใช้ควรได้สัดส่วน สะอาดและถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงความสงสัยและความเข้าใจผิดของผู้เรียนขณะเดียวกันครูควรใช้ภาษาที่ถูกต้องชัดเจนและใช้ชอล์กเพื่อเน้นรายละเอียดที่สำคัญ

4) การให้แบบฝึกหัดผู้เรียนไม่ควรทิ้งค้างไว้เพื่อให้อ่านตอนท้ายของภาคเรียน แต่ควรจะให้ทำข้างเคียงกับทฤษฎีบทนั้น

5) ควรฝึกผู้เรียนให้เขียนรูปจากทฤษฎีบท และแบบฝึกหัดที่เห็นสมควรแล้วแต่กรณี ในเบื้องต้นการสร้างทั้งหมดควรใช้วงเวียนและไม้บรรทัด

6) ครูควรมีการทบทวน โดยการถามผู้เรียนเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆที่ได้เรียนผ่านมาแล้วเท่าที่จะสามารถกระทำได้

7) ศัพท์ทางเรขาคณิตครูผู้สอนควรนำมาใช้ให้ถูกต้อง

8) ครูผู้สอนควรสนับสนุนผู้เรียนให้แสดงเนื้อหาสาระโดยการเขียนรูป การสร้างและถ้อยคำเท่าที่เป็นไปได้

9) ครูผู้สอนควรให้ผู้เรียนสรุปผลลัพธ์สุดท้ายด้วยตนเอง

ปานทอง กุลนาถศิริ (2541: 67-68) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรตระหนักในการสอนเรขาคณิต ดังนี้

1) ให้กำลังใจแก่นักเรียน

2) ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ และได้ค้นพบ

3) ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นนามธรรม อุปกรณ์

4) การสอนพิสูจน์โดยครูเป็นผู้บอกไม่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ

5) การสอนให้นักเรียนเกิดการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการเรียน

เรขาคณิต

มานะ เอกจริยวงศ์ (2537: 4-8) กล่าวว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับโรงเรียนควรมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

- 1) เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของเรขาคณิตว่ามีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในโลกที่เป็นจริง
- 2) เพื่อท้าทายความคิด ปลูกฝังความสามารถด้านปริภูมิ (Spatial Ability) และพัฒนาแบบความคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Case of Mind)
- 3) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ มองเห็นความหมายและความสำคัญของการพิสูจน์
- 4) เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางเรขาคณิตกับคณิตศาสตร์แขนงอื่นๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ (2542: 26-27) การเรียนการสอนเรขาคณิตควรดำเนินการ ดังนี้

- 1) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้ชัดเจน
- 2) ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดิมของสิ่งที่จะเรียนต่อไป
- 3) การสอนบทนิยาม ทฤษฎีบท และบทสร้าง ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม เช่น กำหนดกิจกรรมโดยใช้สื่อที่นักเรียนได้ปฏิบัติจนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ต้องการ
- 4) จัดกิจกรรมที่เหมาะสมให้กับนักเรียน เพื่อให้เห็นแนวทางในการสรุปมโนทัศน์หรือแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ อภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปด้วย
- 5) การสอนมีทั้งภาคแสดงให้ดู และเน้นการศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นพบ โดยแนะแนวทาง แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์และสิ่งที่เห็นที่สำคัญ ซึ่งมีใบงานประกอบการเรียน
- 6) พัฒนาจินตนาการทางเรขาคณิตและเพิ่มพูนความรู้ โดยการยกปัญหาที่ท้าทายปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือปัญหาที่แปลกใหม่ ให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต สรุปได้ว่าการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิตต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน ผู้สอนควรจัดกิจกรรมในลักษณะที่ผู้เรียนจะต้องได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยเริ่มจากกิจกรรมง่ายไปสู่กิจกรรมที่ยากขึ้นตามลำดับโดยใช้สื่อที่นักเรียนได้ปฏิบัติจนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ต้องการและผู้เรียนสามารถสังเกตสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองโดยการทดลองวัดจริง และสามารถตรวจสอบที่ตนเองทำว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยจึงใช้ชุดการสอนซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพล

วัตร ที่สามารถพัฒนาทักษะของการนึกภาพ ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบคำตอบของตนเองได้

5.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

ในปี ค.ศ. 1960 นักนวัตกรรมในสหราชอาณาจักร ได้แนะนำถึงการเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิตว่าเป็นเรขาคณิตเคลื่อนที่ (Motion Geometry) โดยการหมุน การย้าย การสะท้อนกลับ การขยายตัว และการตัด และเมื่อพิจารณาดูโลกของเราจะเห็นว่าเครื่องจักรและเครื่องกลต่างๆ มีมากมาย เช่น การเลื่อนประตู เครื่องล้างชาม แก้วอ้อพับ รถจักรยาน รถยนต์ และของใช้อื่นๆ ซึ่งการสร้างจะอาศัยหลักทางเรขาคณิต (อรพรรณ ดันบรรจง. 2543: 23)

การแปลงทางเรขาคณิตของรูปบนระนาบเป็นการจับคู่กันแบบหนึ่งต่อหนึ่งแบบทั่วถึง (one-to-one onto) ระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับจุดบนรูปที่ได้จากการแปลง การแปลงทางเรขาคณิตมีผลทำให้รูปที่ได้จากการแปลงมีหลายแบบ การแปลงอาจมีผลทำให้รูปที่ได้จากการแปลงยังคงลักษณะและความยาวระหว่างจุดต่างๆเท่าเดิม เช่นเดียวกับรูปต้นแบบ หรือการแปลงอาจทำให้ระยะห่างระหว่างจุดต่างๆบนรูปที่ได้จากการแปลงเปลี่ยนไป เราเรียกการแปลงแบบสมมติ (Isometry) การแปลงที่มีลักษณะเช่นนี้ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน ส่วนการแปลงที่ไม่รักษาระยะระหว่างจุดบนรูปที่ได้จากการแปลงในลักษณะการย่อหรือการขยายรูป เรียกว่า การเปลี่ยนขนาด (Dilation) หรือในบางครั้งเราอาจเรียกว่า การคล้ายกันก็ได้

ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นั้นเน้นการเปลี่ยนตำแหน่งของรูปเรขาคณิตที่ลักษณะและขนาดของรูปยังคงเดิม ซึ่งเป็นผลมาจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน หรือการหมุน โดยไม่กล่าวถึงสมการหรือสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ในการแปลงนั้น (จารุวรรณ แสงทอง; รจนา รัตนนิคม; และ วันดี ตีระสพฤกุล. 2545: 1-16)

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิตผู้วิจัยจึงกำหนดเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ออกเป็น 3 เรื่องได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุน

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต

งานวิจัยในประเทศ

โชคชัย ศักดิ์ศรี (2516: 19-21) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายสามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตได้หรือไม่ และศึกษาว่านักเรียนชั้นใดเรียนได้ผลดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-7 เนื้อหาวิชาการ

แปลงประกอบด้วย ความหมายของการแปลง ชนิดของการแปลง 3 ชนิด ได้แก่ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และชุดแผนภาพบางชุดซึ่งถูกปิดโดยการแปลง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

วิทยา รุ่งอรุณพิศาล (2517: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นได้หรือไม่ และศึกษาว่าควรเริ่มสอนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นตั้งแต่ชั้นใด และเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นในโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ชั้นละ 40 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 120 คน เนื้อหาวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้น ประกอบด้วย 5 หัวข้อ คือ ระบบแกนมุมฉาก การสะท้อน การเลื่อน การหมุน และการแปลงที่สัมพันธ์กับเรื่องอื่น ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 สามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นได้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้นสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิตเบื้องต้น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุกัญญา ยีกา (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70 โดย 70 ตัวแรกประเมินจากร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ส่วน 70 ตัวหลัง ประเมินจากร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ผลการวิจัย พบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็น 71.09 และร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตเป็น 70.17 ทำให้ E_1/E_2 คือ 71.09 / 70.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

และนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

วัฒนศิริ ชมหมู่ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียน ปฏิบัติการเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนปฏิบัติการเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพ สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2. คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x} = 24.40$) ของความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 30 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โซลไฮม์ (Solheim. 1971: 3165-A) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาเรขาคณิตในชั้น มัธยมศึกษา ระหว่างการใช้วิธีการสอนแบบเก่ากับการใช้วิธีการแปลง ผลปรากฏว่า นักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแปลง มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตไม่แตกต่างจากนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบเก่า แต่เจตคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการใช้การแปลงต่อวิชา คณิตศาสตร์เปลี่ยนไปในทางบวก

สเตฟเฟินสัน (Stephenson. 1972: 962-A) ได้เสนอแนะว่าควรบรรจุเรื่องการแปลง ให้เป็นศูนย์กลางของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และควรใช้เวกเตอร์เชื่อมโยงวิชา เรขาคณิตและพีชคณิตเข้าด้วยกัน เนื้อเรื่องที่สามารถสอนด้วยการแปลงและเวกเตอร์ได้ คือ การเรียงลำดับ ระยะทาง การแบ่งแยก (Separation) การทำกันทุกประการ การขนานกัน และการคล้ายกัน ตลอดจนทฤษฎีบทในเรขาคณิตตามแบบยูคลิดด้วย

ฟลานาแกน (Flanagan. 2002: 2366-A) ได้ศึกษาวิจัยโดยจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบ ความเข้าใจของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการเปลี่ยนขนาด เมื่อผู้สอน ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น The Geometer's Sketchpad (GSP) และเครื่องคำนวณ TI-92 โดยที่การวิเคราะห์แรกจะมุ่งไปที่วิธีการที่นักเรียนใช้และอธิบายเกี่ยวกับ GSP และเครื่องคำนวณ TI-92 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับการแปลง และการใช้ GSP และเครื่องคำนวณ TI-92 มาเป็นสื่อกลาง ในการเรียนนั้นพบว่า ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการแปลงมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจในเครื่องมือและความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปลงทางเรขาคณิต พบว่า สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นคือ การใช้ชุดการเรียนการสอนและ การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) และ เครื่องคำนวณ TI-92 เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

6.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเรขาคณิต

การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในด้านการเรียนการสอนมากขึ้น โดยการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนนี้มีประโยชน์สำคัญๆดังนี้ (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535: 10)

- 6.1.1 ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้มีความสนใจและกระตือรือร้น
- 6.1.2 ทำให้นักเรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีเรียนได้หลายแบบ ทำให้ไม่เบื่อหน่าย
- 6.1.3 ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ลดการท่องจำ
- 6.1.4 ทำให้สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน
- 6.1.5 ทำให้นักเรียนมีอิสระในการเรียน
- 6.1.6 ทำให้นักเรียนสามารถสรุปหลักการ เพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกขึ้น

สโตน (Stone. 1994: 591) ได้กล่าวว่า การใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) ในการเรียนเรขาคณิตทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างรูปเรขาคณิตและคำนวณค่าต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วเป็นที่น่าสนใจ การเปลี่ยนแปลงรูปทำได้ง่าย อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนตั้งข้อคาดการณ์ ตรวจสอบข้อคาดการณ์ และสรุปผลได้

6.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เป็นโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต ซึ่งทางบริษัท Key Curriculum Press ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้คิดค้นโปรแกรม

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1991 และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงเวอร์ชัน 4.06 โปรแกรม GSP สามารถนำไปใช้ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ได้ เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ และแคลคูลัส นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์สร้างสื่อการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ได้อีกด้วย โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยี เข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านศิลปะ

โรงเรียนต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาใช้โปรแกรมนี้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมากที่สุด และในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก อาทิ แคนาดา สหราชอาณาจักร สิงคโปร์ มาเลเซีย ใต้หวัน ฮังการี เดนมาร์ก ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย ได้ใช้โปรแกรมนี้อย่างแพร่หลาย ในส่วนของประเทศไทยนั้นได้ลงนามในพิธีครองลิขสิทธิ์การใช้ซอฟต์แวร์ GSP เวอร์ชัน 4.06 (Thai version) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภีมวัจน ธรรมใจ. 2548: 6)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548:1-2) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ และเรียนรู้อย่างมีความหมาย จึงได้พิจารณาโปรแกรมต่างๆและเห็นว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ครูสามารถเรียนรู้ได้ไม่ยากนักและเกิดแนวคิดในการนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะการจินตนาการ เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สสวท. จึงซื้อลิขสิทธิ์โปรแกรม GSP จากบริษัท Key Curriculum Press และแปลเป็นภาษาไทยเพื่อให้ครูสามารถใช้โปรแกรมในการสอน และ นักเรียนสามารถใช้ในการเรียนรู้ได้ง่าย และสะดวก

The Geometer's Sketchpad คืออะไร

เป็นเวลานับพันปีมาแล้ว ที่การวาดและการนึกภาพ เป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะเบื้องต้นที่สอนในวิชาเรขาคณิตคือ การใช้วงเวียน และสันตรงในเรื่องการสร้าง ส่วนในวิชาพีชคณิต มีการเขียนกราฟของฟังก์ชัน แต่การใช้กระดาษและดินสอสร้างงานยังคงต้องใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่ามีอุปสรรคที่สำคัญ 2 ข้อ คือ ข้อที่หนึ่ง การสร้างแต่ละ

ครั้งต้องใช้เวลา และเมื่อสร้างเสร็จแล้วรูปที่ได้ก็ไม่มีอาการเคลื่อนไหว จากอุปสรรคข้อแรก การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตัวอย่างเช่น The Geometer's Sketchpad จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลา ได้ด้วยการใช้คำสั่งต่าง ๆ เช่น แ่งครึ่งมุม และสะท้อน ซึ่งจะแสดงผลให้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับ การสร้างบนกระดาษนอกจากนี้ The Geometer's Sketchpad ยังช่วยให้เราสามารถสร้างและสำรวจได้หลากหลายวิธี ตั้งแต่อย่างง่ายไป จนถึงซับซ้อนขึ้นในเวลาอันจำกัด อุปสรรคข้อที่สองของการสร้างรูปด้วยกระดาษและดินสอ คือ รูปนั้นจะ“นิ่งอยู่กับที่” การสร้างที่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริงนั้น (มุมที่กำหนดเท่ากัน) เป็นความจริงเชิงคณิตศาสตร์ แต่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริงเนื่องจากเลือกสร้างขึ้นมา นับว่าเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะว่าอะไรที่เป็นจริงเพียงบางครั้งและอะไรจะเป็นจริงเสมอ โดยไม่ต้องกลับไปสร้างรูปใหม่หลายๆ รูป ในทำนองเดียวกันอาจจะยากที่จะสรุปเรื่องของวงเส้นโค้ง (family of curves) ต่าง ๆ เช่น สมการ $y = mx + b$ โดยไม่ต้องเขียนกราฟของสมการเหล่านั้นหลาย ๆ เส้น

ความงมงายที่เกิดจากการสร้างโดยใช้ Sketchpad คือ สามารถทำให้เคลื่อนไหวได้ รูปที่สร้างด้วย Sketchpad สามารถลาก บีบ ให้มีขนาดเล็กลง หรือ ยืด ขยาย ได้ อีกนัยหนึ่ง คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ยังคงรักษาสมบัติทางคณิตศาสตร์ไว้เสมอ ขณะที่ทำให้รูปมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างจะยังคงมีอยู่ ส่วนสมบัติบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงได้ จะเป็นสมบัติที่ไม่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างอย่างแท้จริง จะเห็นว่ารูปบน Sketchpad มีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้สามารถสำรวจผลที่เป็นไปได้หลาย ๆ กรณีตามเงื่อนไขของการสร้าง สิ่งเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการจำแนกระหว่างสมบัติที่เป็นจริงบางครั้ง และสมบัติที่เป็นจริงเสมอในทุกๆ สถานการณ์ ที่กำหนดให้โดยนัยเดียวกับการเคลื่อนไหวตัวพารามิเตอร์ m และ b ของสมการ $y = mx + b$ เป็นตัวอย่างที่ทำให้สามารถสำรวจวงศ์เส้นโค้ง (family of curves) ทั้งหมดด้วยการเขียนกราฟเพียงครั้งเดียว

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิต พลวัตบนเรขาคณิต (โปรแกรม Geometer's Sketchpad หรือ GSP)

งานในประเทศ

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ (2542: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) ในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ บทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะส่งเสริมให้นักเรียนคิดจินตนาการเพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติเอง โดยการสำรวจ ตั้งข้อความ คาดการณ์ และสืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิต ได้แก่ นักเรียนอาสาสมัครจำนวน 42 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนเรขาคณิตมีคุณภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 ดังนั้นบทเรียนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีลักษณะตามที่กำหนด

สุจิตรา มุกสิเจริญ (2542: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) ผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานและความคล้าย ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรรธศาสน์ นิमितพันธ์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4 ชั้น ผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้

2) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้มีร้อยละ 100, 63.64 และ 25 ตามลำดับ

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 40.30, 30.00 และ 26.39 ตามลำดับ

อำนาจ เชื้อบ่อคา (2547: 30) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาหลังจากได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทดลองการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นจึงสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สุภัทรา เกิดมงคล (2549: บทคัดย่อ) ได้ทดลองการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. และนักเรียนที่เรียนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของวงกลมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. อยู่ในระดับปานกลาง

งานวิจัยต่างประเทศ

โฟเลตตา (Foletta. 1994: 2311-A) ได้ศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยี และ แนวทางการตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดของนักเรียนเมื่อใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนวิชาเรขาคณิต ในชั้นเรียน จุดมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อวาดรูปทรงเรขาคณิตในธรรมชาติ ของนักเรียน เกรด 9 และ เกรด 10 จำนวน 4 คน คำถามที่ใช้เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรขาคณิตในธรรมชาติ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสังเกตวิธีการที่นักเรียนใช้โปรแกรม GSP และจากการปฏิบัติในกลุ่มย่อย มีวิธีการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการทำงานในกลุ่มย่อย การสังเกตในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน การปฏิบัติของนักเรียนจะใช้เวลาลงมือปฏิบัติบนกระดาษ และ จากคอมพิวเตอร์ในการทำงาน ผลการวิจัยพบว่า

- 1) การวาดรูป การวัด หรือการสำรวจของนักเรียนจะเกิดการผลักดัน และ คำแนะนำ จากครู
- 2) GSP เป็นเครื่องมือใหม่ของการเรียนรู้ทางเรขาคณิต นักเรียนใช้ GSP ในส่วนที่เพิ่มเติมจากกระดาษและปากกา
- 3) ในการสืบสวนสอบสวนการใช้ GSP นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สามารถทำได้ดีแต่จะต้องมีขั้นตอนที่มากกว่า
- 4) นักเรียนสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ ตั้งแต่เริ่มใช้ GSP ในการสืบสวนสอบสวนนักเรียนจะมองหาจุดสำคัญที่ต้องค้นหาเพื่อสรุปข้อมูลบางส่วนของข้อสรุปนี้ นักเรียนจะมีการอธิบายถึงเครื่องมือ การคิด การมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มย่อย ปัจจัยที่สนับสนุนการค้นพบของนักเรียน ถึงบทบาทของGSP การออกแบบการสืบสวนสอบสวน และธรรมชาติของการมีปฏิสัมพันธ์อย่างแท้จริง

เลสเตอร์ (Lester. 1996: 2343-A) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1996 ผลวิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยใช้ไม้บรรทัดดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์ และ วงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ยูซิฟ (Yousif.1997: 1631-A) ได้ศึกษาผลการใช้ GSP มีผลต่อเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้น ที่โรงเรียนเซาท์เวสเทิน รัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ. 1996-1997 โดยที่ให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยโปรแกรม GSP ส่วน

กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเรขาคณิตสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมลซาเรค (Melczarek. 1998: 2611-A) ได้ศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) โดยมุ่งประเด็นศึกษาเฉพาะผลของกิจกรรมแก้ปัญหาโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ที่มีต่อความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองและทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

มอสส์ (Moss. 2001: 4317-A) ได้ทำการวิจัยเพื่ออธิบายธรรมชาติของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการสำรวจในวิชาเรขาคณิตสมัยใหม่ (Modern Geometry) สำหรับนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัย โดยข้อมูลเก็บมาจากการสังเกตในห้องเรียน การสัมภาษณ์ผู้สอน หลักระบวนของนักเรียน แบบฝึกหัดเรขาคณิตที่ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการใช้คอมพิวเตอร์ต่างๆ ไป ผลการวิจัยพบว่า ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ไม่เพียงแต่พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตเท่านั้น ยังพัฒนาทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ทั่วไปด้วย

บาฮาวานด์ (Baharvand. 2002: 552-A) ได้เปรียบเทียบผลการสอนเรขาคณิตระหว่างสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP เทียบกับการสอนของครูแบบปกติโดยใช้กระดาษดินสอ และครูเป็นผู้บรรยาย โดยกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 26 คน ให้ได้รับการสอนของครูแบบปกติ และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน ให้เรียนด้วยเนื้อหาเดียวกับกลุ่มควบคุมแต่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP ในการเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนซึ่งเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP มีคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่อเรขาคณิตในทางบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ฮาร์เปอร์ (Harper. 2002: 3326-A) ได้ศึกษาการเพิ่มความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตของครูประจำการ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาคือ

- 1) ครูประจำการมีความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต
- 2) ศึกษาการแสดงปฏิสัมพันธ์ของครูประจำการเมื่อใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP
- 3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของครูที่เกิดขึ้นระหว่างและหลังจากการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ GSP

ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมสามารถสร้างภาพที่เกิดจากการสะท้อนและหาเส้นสะท้อนโดยอาศัยสมบัติของการสะท้อนได้ ผู้เข้าร่วมที่มีความรู้มากจะใช้เวกเตอร์กำหนดทิศทางและขนาดในการเลื่อนขนาน ผู้เข้าร่วมสามารถบอกจุดหมุนและขนาดของมุมเมื่อกำหนดรูปต้นแบบ และภาพมาให้ได้ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสามารถตอบสนองได้ทันทีซึ่งช่วยให้ผู้เข้าร่วมสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบ และแก้คำตอบได้

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรนำโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) มาใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมมีอิสระในการคิด ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติ กิจกรรม สื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ และสืบเสาะหาเหตุผลอันจะเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

7.1 ความหมายของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

เทอร์สโตน (Thurstone. 1938: 30) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่า เป็นความสามารถในการมองภาพที่มีความเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงที่อยู่ในกรอบสิ่งเร้า รวมทั้งความสามารถในการมองภาพวัตถุที่มองจากมุมที่แตกต่างกัน และยังมีมองในแง่ของความสามารถในการคิดหารายละเอียดว่า รูปทรงเหล่านั้นมีความสามารถในแง่ของความสัมพันธ์กันหรือมีปัญหาส่วนหนึ่งส่วนใดอย่างไร

อนาสตาซี (Anastasi. 1961: 344) ได้ให้ความหมายของมิติสัมพันธ์ว่า ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ การรับรู้มิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูป

บุญชม ศรีสะอาด (2513: 8) กล่าวว่า สมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่างๆ ประกอบกัน นั่นคือ ความสามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ใกล้กว่าหรือไกลกว่าในพื้นที่เดียวกัน สามารถคิดภาพ (จินตนาการ) ได้ว่าถ้าหากเคลื่อนย้าย หรือบิดหมุน พลิกสิ่งต่างๆ รวมทั้งแยกภาพประกอบกัน ซ้อนกัน จะมีลักษณะอย่างไร

ทองหล่อ วิภาวิน (2523: 73) กล่าวว่า สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการ จินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านั้นออกจากกัน และเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพทางสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่างๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง-ต่ำ ใกล้-ไกล พื้นที่ปริมาตร

เชิดศักดิ์ โสมวาสินธุ์ (2525: 130) กล่าวว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาด ทิศทาง และทรวดทรงของสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้ในสถานการณ์นั้นได้ โดยสามารถสร้างเกี่ยวกับความแตกต่าง ความเหมือนของสิ่งที่กำหนดให้กับสถานการณ์นั้นได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 150) ได้กล่าวถึง ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่างๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกันหรืออยู่ภายใน ตลอดจนจนถึงการแยกภาพ ประกอบภาพและการจำแนกตำแหน่งหน้าที่ บน-ล่าง ซ้าย-ขวา ระยะทางใกล้-ไกล ด้วย

มาลี เกิดผลหลาก (2542: 16) ตามทฤษฎีของ Thurstone สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็นหรือมีมโนภาพในการหมุนของรูปเรขาคณิตในมิติต่างๆ มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ และมีมโนภาพในการเห็นรูปทรงเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือแปลงสภาพไป

กัลยาณี อุกฤษ (2542: 10) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นความสามารถทางสมองด้านการรับรู้และการมองเห็นความสัมพันธ์ส่วนต่างๆ ของรูปภาพที่ปรากฏให้เห็นและไม่ปรากฏให้เห็น ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะหรือทิศทางที่แตกต่างกันก็ได้

สุกัลยา พัวสุขมโนกุล (2545: 9) ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นความสามารถทางสติปัญญาที่ทำให้บุคคลมองเห็นเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของมิติต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะหรือทิศทางที่แตกต่างกันก็ได้

โกเมนทร์ พรหมณี (2550: 44) กล่าวว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลในการรับรู้ จินตนาการมองเห็นและเข้าใจเกี่ยวกับมิติต่างๆ ของวัตถุหรือรูปทรงต่างๆ ที่คงที่และหรือซ้อนทับกัน ตลอดจนจำแนกและมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปความหมายของ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคลที่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รูปภาพรูปทรง ระยะใกล้-ไกล หรือมุมที่แตกต่างกัน รวมทั้งการจัดจำแนกหรือประกอบรูปร่างต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งที่สามารถมองเห็นหรือมองไม่เห็น และความสัมพันธ์มีมโนภาพในการเห็นรูปทรงเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือแปลงสภาพไป

7.2 ความสำคัญของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ดังนี้

แรนนูซี (Rannucci. 1964: 19-23) ได้กล่าวว่า ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชา ไม่ว่าจะเป็นเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต หรือแม้แต่แคลคูลัส เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งนั้น โดยทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูปหรือนึกภาพเอาในอากาศ ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนได้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

วิเชียร เกตุสิงห์ (2518: 66-72) ได้กล่าวถึง ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติอันได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง - ต่ำ ความกว้าง-ไกล พื้นที่ และปริมาตรเหล่านี้ เป็นต้น เป็นความสามารถที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการ และนึกเห็นภาพของส่วนประกอบต่างๆ มาประกอบ เมื่อแยกออกจากกัน สามารถที่จะมองเค้าโครงหรือโครงสร้างเมื่อเอาส่วนต่างๆ มาประกอบหรือรวมเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับเรื่องทิศทางของวัตถุ หรือสิ่งของที่เปลี่ยนไปด้วยความสามารถด้านนี้มีคุณค่ามากในวิชาเรขาคณิต วาดเขียน และการฝีมือต่างๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะเป็น นักออกแบบ นักเขียนแบบ นักวาดเขียน นักวางผังเมือง สถาปนิก และวิศวกร แม้กระทั่งพนักงานขับรถและงานตักแต่งต่างๆ

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ชีจ (Shich. 1985: 3633) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7-8 พบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชาย-หญิง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520: 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 217 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

สัมพันธแบบซ้อนภาพ หมุนภาพ ซ้อนภาพ ประกอบภาพ และนับลูกบาศก์มีค่าเท่ากับ 0.4191 , 0.2524 , 0.3853 และ 0.4263 ตามลำดับ

นคร เทพวรรณ (2521: 33) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 จังหวัดชลบุรี จำนวน 233 คน เครื่องมือที่ใช้เป็น แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ภาษา ตัวเลข และมิติสัมพันธ์ เพื่อค้นหาชุดของความถนัดทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางตัวเลขสูง และสัมพันธ์กับความถนัดทางการเรียนด้านอื่นๆในระดับปานกลาง และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณรวมกันเป็น .6350 นอกจากนี้ยังพบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตคือ ความถนัดทางด้านตัวเลขและเหตุผล

กรรณิการ์ อีร์เวทเจอร์นีย์ (2526: 49-50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรมและมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 จำนวน 478 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรมและมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01

สมพร ประยูรกิตติกุล (2535: 52) ได้ศึกษาผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ทิพวรรณ วังเย็น (2541: 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนจากความสามารถทางสมองแต่ละด้าน คือ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางจำนวน ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการรับรู้อย่างรวดเร็ว มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 4 ฉบับ

สุทธาทิพย์ นวลหงส์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอน เอ็ม พี และด้านเอน เอส พี ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาผลการคิดทั้ง 5 ด้าน กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .745 และ .762 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าน้ำหนักความสำคัญของสมรรถภาพสมอง

ทางการคิดเอกชนเนื้อหาภาษาและเนื้อหาสัญลักษณ์ในผลการคิดด้านกลุ่ม ด้านความสัมพันธ์ ด้านการแปลงรูปและด้านการประยุกต์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพสมองทางการคิดเอกชนเนื้อหาภาษาและเนื้อหา สัญลักษณ์ในผลการคิดด้านระบบส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

8.1 ความหมายของเจตคติ

สมิท (Smith. 1960: 246) เจตคติ เป็นสภาวะทางจิตและประสาท เกี่ยวกับความพร้อม ซึ่งเกิดโดยอาศัยประสบการณ์เป็นตัวนำ หรือมีอิทธิพลเหนือการตอบสนองของแต่ละบุคคลที่มีต่อวัตถุ และประสบการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เธอร์สโตน (Thurstone.1967: 479) อธิบายว่า เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงทางจิตภายในแสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรม อย่างใดอย่างหนึ่ง นอกจากนี้ยังกล่าวว่าเจตคติเป็นเรื่องราวของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อมั่นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

กู๊ด (Good. 1973: 49) ให้ความหมายของ attitude ว่าหมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกมาพร้อมในลักษณะใดลักษณะหนึ่งทั้งทางด้านดีและไม่ดีหรืออาจเป็นการต่อต้าน สถานการณ์บางอย่างของบุคคล เช่น รักเกลียดกลัว ไม่พอใจต่อสิ่งนั้น

ซิมบาร์โด (Zimbardo. 1977: 19-20) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความพึงพอใจและไม่พึงพอใจ ความชอบและไม่ชอบที่บุคคลมีต่อบุคคล กลุ่ม สังคม สถานการณ์ วัตถุ หรือแนวคิด และถ้ามีสถานการณ์ใดๆ เกิดขึ้น บุคคลเพียงแต่มีความรู้สึกต่อสิ่งนั้นโดยไม่จำเป็นต้องร่วมมือด้วย ก็ถือได้ว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้น

คักดี สุนทรเสถณี (2531: 2) ได้สรุปความหมายของเจตคติ คือ ความสลับซับซ้อนของความรู้สึก ความอยาก ความกลัว ความเชื่อมั่น ความลำเอียง หรือการมีอคติของบุคคล ในการที่จะเกิดความโน้มเอียงที่จะมีปฏิกิริยาต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ดีหรือต่อต้านตามประสบการณ์ของบุคคลนั้นที่ได้รับมา

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ (2533: 12) ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง สุขภาพทางจิตใจที่เกิดจากประสบการณ์อันทำให้บุคคลที่มีท่าทีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจแสดงท่าทีออกมาในทางที่พอใจ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2534: 19 -20) กล่าวว่า เจตคติ มี 2 ทศนะ คือ ด้านความรู้และด้านอารมณ์และเจตคติเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาซึ่งบุคคลได้สั่งสมเจตคติทั้ง 2 ลักษณะมาระยะเวลาหนึ่งและอยู่ภายในแต่ละจิตใจของบุคคล เจตคติดีมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติ เจตคติหลายๆ ลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลจะร่วมกันเกิดเป็นค่านิยม

บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ (2535: 45) ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง กิริยาท่าทีรวมๆ ของบุคคลที่เกิดจากความโน้มเอียงของจิตใจ และแสดงออกต่อสิ่งหนึ่งๆ ทั้งในด้านบวกและด้านลบ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2536: 246) ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นอชฌาศัยหรือความโน้มเอียงที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิด และอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ คือถ้าเจตคติในทางบวกก็มักจะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติในทางลบก็จะหลีกเลี่ยง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกและสภาพจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งด้านบวกและด้านลบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลสามารถแสดงออกมาให้เห็น และเปลี่ยนแปลงได้

8.2 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์และไรท์ (Shaw; & Wright. 1967: 13-14) ได้กล่าวเกี่ยวกับลักษณะของเจตคติพอสรุปได้ดังนี้

- 1) เจตคติเป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้า แล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อเกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม
- 2) เจตคติของบุคคลจะแปรค่าได้ทั้งด้านคุณภาพและความเข้ม ซึ่งมีทั้งทางบวกและทางลบ
- 3) เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าจะมาตั้งแต่เกิด หรือเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในตัวบุคคลหรือวุฒิภาวะ
- 4) เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม
- 5) เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าที่เป็นกลุ่มเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
- 6) เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงได้

ไทรแอนดิส (Triandis. 1971: 3) ได้สรุปลักษณะเจตคติไว้ดังนี้

- 1) เจตคติเป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลทำให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง
- 2) เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลนั้นเกี่ยวข้อง
- 3) เจตคติ มีความหมายที่อ้างอิงถึงตัวบุคคลหรือสิ่งของเสมอ นั่นคือ เจตคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวตนและสามารถอ้างอิงได้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 220) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ พอสรุปได้ดังนี้

- 1) เจตคติเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกทางด้านจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าหนึ่ง
- 2) เจตคติเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าหรือเกี่ยวกับประสบการณ์ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
- 3) การแสดงออกของเจตคติหรือการตอบสนองสิ่งเร้าใดๆ จะเป็นไปในรูปของการสนับสนุน คล้อยตาม ซึ่งเรียกว่าเป็นไปในทางบวก (Positive) หรือในรูปของการโต้แย้ง คัดค้าน ซึ่งเรียกว่าเป็นไปในทางลบ (Negative) หรืออาจรู้สึกเฉยๆ (Neutral) ต่อสิ่งเร้า นั้น

ส.วาสนา ประवालพุกฤษ (2542: 5) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ดังนี้

- 1) เจตคติเป็นการเตรียมหรือความพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น จะเป็นการเตรียมภายในของจิตใจมากกว่าภายนอกที่จะสังเกตเห็นได้
- 2) สภาวะของความพร้อมจะตอบสนองในลักษณะที่กล่าวในข้อ 1 นั้น เป็นลักษณะที่ซับซ้อนของบุคคลที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ จะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับอารมณ์ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่อธิบายไม่ค่อยได้และบางครั้งไม่มีเหตุผล
- 3) เจตคติไม่ใช่พฤติกรรม แต่เป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิด และเป็นตัวกำหนดแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม
- 4) เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่แสดงออกมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม
- 5) เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ บุคคลมีเจตคติในเรื่องเดียวกันแตกต่างกันด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม ระดับอายุ เพศ ฐานะ เป็นต้น
- 6) เจตคติมีความคงที่และแน่นอนพอควร แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

ดังนั้น สรุปได้ว่า ลักษณะของเจตคติ เป็นสภาวะของจิตใจหรือความรู้สึกที่มุ่งใจให้แสดงออกเป็นพฤติกรรมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ ทั้งทางด้านบวกและลบ เปลี่ยนแปลง

ได้กับสภาพแวดล้อมใหม่ที่เหมาะสมกว่า ซึ่งเจตคติไม่สามารถวัดโดยตรงแต่สามารถสร้างเครื่องมือเพื่อวัดพฤติกรรมที่แสดงออกได้

8.3 การเกิดเจตคติ

โดยพื้นฐาน เจตคติเกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ ไม่ได้ติดตัวมาแต่กำเนิด มีกระบวนการซับซ้อนมาก การที่ครูจะสร้างเจตคติที่ดีให้แก่เด็ก จำเป็นต้องพิจารณาจากหลายสิ่งหลายอย่าง ส่วนเจตคติมีแหล่งกำเนิดมีต้นเหตุที่มาหลายทาง ดังนี้ (กฤษณา ศักดิ์ศรี. 2530:188 - 189)

1) เจตคติเกิดจากประสบการณ์ตรงและประสบการณ์ทางอ้อม (Direct & Indirect Experience) ประสบการณ์ที่รู้สึกพอใจย่อมจะก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าเป็นประสบการณ์ที่ไม่พึงพอใจก็ย่อมจะเกิดเจตคติที่ไม่ดี บุคคลจะวิเคราะห์ประสบการณ์และสังเคราะห์แนวความคิดแล้วสรุปลงเป็นเจตคติ

2) การศึกษาเล่าเรียน การอบรมสั่งสอน ทั้งการสอนที่เป็นแบบแผน (Informal) สถาบันที่ทำหน้าที่สอนเพื่อปลูกเจตคติมีมากมาย เช่น บ้าน โรงเรียน วัด สิ่งแวดล้อม สื่อมวลชน เด็กที่อยู่ภายในสถาบันใกล้จะได้รับความคิด ความนิยมมาเป็นเจตคติของตน

3) สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม รวมทั้งการเลี้ยงดูของครอบครัว มีอิทธิพลที่จะสร้างภาพพจน์หล่อหลอมเป็นเจตคติไปได้ ความกดดันของกลุ่ม (Group Pressure) วัฒนธรรมภายในสังคม ความเชื่อทางศาสนา ไน้นำให้เกิดแนวคิดหรือหลักในการดำรงชีวิต

4) รับถ่ายทอดหรือเลียนแบบเจตคติจากคนอื่น คนเราย่อมแปรพฤติกรรมของคนอื่นมาเป็นเจตคติ ถ้ายอมรับนับถือหรือเคารพใครก็มักจะยอมรับแนวคิดและยึดเป็นแบบอย่าง (Model) การกระทำตัวให้เข้ากับคนที่นิยมรักใคร่ (Identification) เป็นการถ่ายแบบทำตัวให้เหมือนทั้งความรู้สึกนึกคิดด้วย

5) ความก้าวหน้าทางวิชาการ เครื่องมือสื่อสารและเทคโนโลยี ช่วยให้ความรู้สึกรู้สึกนึกคิดของคนเปลี่ยนแปลงไป เพราะได้รับการถ่ายทอด ชิมซาบสิ่งใหม่ๆ อะไรที่ดีกว่าก็จะรับไว้ เจตคติใหม่ก็เกิดขึ้นเจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของบุคคล ซึ่งเกิดขึ้นได้จากเงื่อนไข 4 ประการ ดังนี้ (ศักดิ์ สุนทรเสถียร. 2531: 4; อ้างอิงจาก Hilgard. n.d.)

5.1) กระบวนการเรียนรู้ที่ได้จากการเพิ่มพูนและบูรณาการของการตอบสนอง แนวความคิดต่างๆ เช่น เจตคติจากครอบครัว ครู การเรียนการสอน และอื่นๆ

5.2) ความแตกต่างของบุคคลและประสบการณ์ส่วนตัวที่แตกต่างกันไปนอกจากประสบการณ์ ของคนจะสะสมขึ้นเรื่อยๆ แล้ว ยังทำให้มีแบบแผน (Pattern) เป็นของตนเองด้วย

ดังนั้นเจตคติบางอย่างจึงเป็นเรื่องเฉพาะของแต่ละบุคคลแล้วแต่พัฒนาการและความเจริญเติบโตของคนๆ นั้น

5.3) การเลียนแบบ การถ่ายทอดเจตคติของคนบางคนได้มาจากการเลียนแบบเจตคติของบุคคลอื่น

5.4) อิทธิพลของกลุ่มสังคม คนย่อมมีเจตคติคล้ายตามกลุ่มที่ตนอาศัยอยู่ตามสภาพแวดล้อม เช่น เจตคติต่อศาสนา

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติเกิดขึ้นเมื่อได้รับประสบการณ์ การถ่ายทอดและอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและการเลี้ยงดู การติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น เมื่อสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนเจตคติก็สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาได้

8.4 เจตคติต่อการเรียนรู้

เจตคติมีอิทธิพลมาก พฤติกรรมของบุคคลจะโน้มเอียงไปตามเจตคติ ในแง่ของการเรียนการสอน เจตคติมีผลต่อการเรียน ดังนี้ (กฤษณา ศักดิ์ศรี. 2530: 212)

1) เจตคติมีผลต่อการเรียนและครู ถ้าชอบวิชาใดหรือครูคนใดก็จะไม่ขาดเรียนวิชานั้นหรือในชั่วโมงของครูคนนั้น จะพยายามเรียนให้ได้ผลที่สุด

2) เจตคติมีผลต่อการใส่ใจในการเรียนและเข้าใจในบทเรียน ถ้ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา ครูโรงเรียน จิตใจก็จะไม่ยอมรับ จึงเรียนไม่รู้เรื่อง

3) เจตคติมีผลต่อการรับรู้ ถ้าไม่ชอบครูเป็นทุนเดิมอยู่แล้ว ครูซักถามด้วยปรารภนาดีก็เข้าใจว่าครูเข้มงวด จับผิด

4) เจตคติมีอิทธิพลต่อการตั้งความมุ่งหมาย

เจตคติมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (ประดินันท์ อุปรมย์. 2543: 148) ดังนี้

1) เจตคติมีอิทธิพลต่อการชอบหรือไม่ชอบวิชาที่เรียน ถ้านักเรียนเกิดเจตคติที่ดีหรือไม่ดีต่อครูขึ้น เช่น เด็กคนหนึ่งมีเจตคติที่ดีต่อครูคนหนึ่งและรักครูคนนั้นมาก เมื่อครูเข้ามาสอนวิชาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน เขาจะรู้สึกอยากเรียน และกระตือรือร้นที่จะเรียนด้วยความเอาใจใส่จนชอบวิชาที่ครูสอน และเข้าใจวิชานี้ได้ดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าไม่ชอบครูหรือมีเจตคติที่ไม่ดีต่อครู แม้ยังไม่เคยเรียนมาก่อนก็จะรู้สึกว่า ไม่ชอบและไม่อยากเรียนวิชานั้นเลย ฉะนั้นจึงเรียนบ้างไม่เรียนบ้างและไม่เอาใจใส่เท่าที่ควร จนมีผลทำให้ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดีพอ

2) เจตคติต่อการรับรู้ของบุคคลจนอาจทำให้บุคคลแปลความหมายของสิ่งที่รับรู้ผิดทำให้เกิดการเรียนรู้อันผิด หรือทำให้ไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการได้ เช่น เด็กหญิงวารีไม่ชอบครูที่สอนวิชาภาษาอังกฤษ จึงไม่ค่อยทำการบ้านที่ครูสั่ง พอครูถามด้วยความเป็นห่วง เด็กหญิงวารี

อาจคิดว่าครูจับผิด จึงพาลไม่เข้าเรียนทำให้ยิ่งไม่สามารถเข้าใจบทเรียนเกี่ยวกับภาษาอังกฤษที่ครูสอนมากยิ่งขึ้น

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ครู วิธีการเรียนการสอน และโรงเรียนมีผลต่อเจตคติต่อการเรียนของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวครูผู้สอนและวิธีการสอนของครูที่มีส่วนสำคัญในกระบวนการเรียนรู้และการพัฒนาเจตคติของผู้เรียน

8.5 หลักของการวัดเจตคติ

การวัดเจตคติ เป็นการวัดคุณลักษณะภายในบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึกหรือเป็นลักษณะของจิตใจ คุณลักษณะดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ไม่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตามเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ก็สามารถวัดได้ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2531: 23) ได้เสนอหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติที่จะต้องทำความเข้าใจ 3 ประการ ดังนี้

1) เนื้อหา (Content) การวัดเจตคติต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาเร้าโดยทั่วไปได้แก่ เนื้อหาที่ต้องการวัด

2) ทิศทาง (Direction) การวัดเจตคติโดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกันในลักษณะซ้าย-ขวา หรือบวกกับลบ กล่าวคือเริ่มจากเห็นด้วยอย่างยิ่ง และลดความเห็นลงเรื่อยๆ จนถึงมีความรู้สึกเฉยๆ และลดต่อไปเป็นไม่เห็นด้วย จนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ลักษณะการเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอยู่เป็นเส้นตรงเดียวกันและต่อเนื่องกัน

3) ความเข้ม (Intensity) กิริยาท่าทีหรือความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้านั้นมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีความเข้มสูงไม่ว่าจะไปในทิศทางใดก็ตามจะมีความรู้สึกหรือกิริยาท่าทีรุนแรงมากกว่าที่มีความเข้มขึ้นเป็นกลาง

นอกจากนี้ ไพศาล หวังพานิช (2533: 221-223) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญเกี่ยวกับการวัดเจตคติ ดังต่อไปนี้

1) ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) เกี่ยวกับการวัด คือ

1.1) ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลนั้น จะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้นคงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง นั่นคือความรู้สึกนึกคิดของคนเราไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือผันแปรอยู่ตลอดเวลาอย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ความรู้สึกของคนเรานั้น ซึ่งทำให้สามารถวัดได้

1.2) เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดจะเป็นแบบทางอ้อมโดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

1.3) เจตคตินอกจากจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน ยังมีขนาดหรือปริมาณของความคิด ความรู้สึกด้วย ดังนั้นการวัดเจตคตินอกจากจะทำให้ทราบลักษณะหรือทิศทางแล้ว ยังสามารถบอกระดับความมากน้อยหรือความเข้มแข็งของเจตคติได้อีกด้วย

2) การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตาม จะต้องมีสิ่งประกอบ 3 อย่าง คือ ตัวบุคคลที่ถูกวัด มีสิ่งเร้า และสุดท้ายก็คือต้องมีการตอบสนอง ดังนั้นในการวัดเจตคติเกี่ยวกับสิ่งใดของบุคคลก็สามารถวัดได้โดยนำสิ่งเร้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้นไปเร้าให้บุคคลแสดงท่าทีความรู้สึกต่างๆ ที่มีต่อสิ่งนั้น ให้ออกมาเป็นระดับ หรือความเข้มแข็งของความรู้สึก คล้อยตามหรือคัดค้าน

3) สิ่งเร้าที่จะนำไปใช้เร้า หรือทำให้บุคคลแสดงเจตคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกมาที่นิยมใช้คือ ข้อความวัดเจตคติ (Attitude Statements) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่าคุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (Attitude Continued) เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4) การวัดเจตคติเพื่อทราบทิศทางและระดับความรู้สึกของบุคคลนั้น เป็นการสรุปผลจากการตอบสนองของบุคคลจากรายละเอียดหรือแง่มุมต่างๆ ดังนั้น การวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใด สิ่งใด จะต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลีกย่อยมาผสมผสานสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้นๆ จะต้องครอบคลุมคุณลักษณะต่างๆ ครบถ้วนทุกลักษณะ เพื่อให้การสรุปผลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

5) การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ของผลการวัดเป็นพิเศษ กล่าวคือต้องพยายามให้ผลการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคล ทั้งในแง่ทิศทางและระดับหรือช่วงของเจตคติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการวัดเจตคติ จะต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดและคำนึงถึงความเที่ยงตรงเป็นหลัก การวัดเจตคติสามารถวัดได้โดยการนำสิ่งเร้าซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ ไปเร้าบุคคลใดเพื่อให้บุคคลนั้นแสดงออกซึ่งความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นให้ออกมาเป็นระดับ โดยข้อความวัดเจตคตินั้นต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลหรือรายละเอียดมาสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น

8.6 เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา คือ เจตคติของนักเรียนที่มีในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น สิ่งสำคัญยิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรสร้างขึ้นตามแนวคิดของวิลสัน. (Wilson. 1971: 685-689) คือ

1) เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางด้านดีและไม่ดี เกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2) ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น

3) แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปโดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่างๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อตนทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว

4) ความวิตกกังวล เป็นสภาวะจิตที่มีความวิตกกังวล หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน

5) มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 168 -169)

1) ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักเห็นจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้

2) การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งที่ล่อใจ

3) การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แสดงออกมาต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางบวก เช่น ความสนใจ ความพยายาม มีแรงจูงใจ เป็นต้น ส่วนทางลบ ได้แก่ การวิตกกังวล เครียด สับสนและขัดแย้ง เป็นต้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม การเสริมแรงและการตัดสินใจทางสังคม ซึ่งผู้สอนจะต้องตระหนักและให้ความสำคัญ

8.7 หลักการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาต่างๆนั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว ก็ยังจะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเหล่านั้นด้วย เพราะเจตคติในวิชาที่เรียนมีความสำคัญเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจเรียน หมกมุ่นในการเรียนก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงด้วย (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2524: 7)

ทวี ท่อแก้ว และอบรม สนิทपाल (เสวย สิงโตสี. 2544: 14; อ้างอิงจาก ทวี ท่อแก้ว และอบรม สนิทपाल. 2517: 57) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างเจตคติที่ดีแก่เด็ก ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมาย
- 2) ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของวิชานั้นๆโดยแท้จริง
- 3) ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 4) ให้นักเรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับความสามารถความถนัดเพื่อจะได้เกิดผลสำเร็จในการเรียน อันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป
- 5) การสอนของครูจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีการสอนที่ดี เด็กเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
- 6) ครูจะต้องสร้างความอบอุ่นและเป็นกันเองกับนักเรียน
- 7) ครูจะต้องสร้างเสริมบุคลิกภาพให้เป็นที่น่าเลื่อมใสแก่เด็ก
- 8) จัดสภาพแวดล้อมต่างๆของโรงเรียน ห้องเรียน ให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2544: 7) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ นั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาเรียนแล้ว ก็ยังจะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเหล่านั้นด้วย เพราะเจตคติต่อวิชาที่เรียนมีความสำคัญ เป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน และแสวงหาความรู้ได้อย่างดี ถ้าหากว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อผู้สอน ต่อกิจกรรมการเรียนการสอน ต่อวิชาที่เรียนก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย การสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียนมีหลักการ ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน
- 2) ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของวิชานั้นๆโดยแท้จริง
- 3) ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 4) ให้นักเรียนได้เรียนโดยสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อที่จะได้เกิดผลสำเร็จในการเรียน อันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

5) การสอนของครูจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี เพื่อให้เด็กเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง

6) ครูจะต้องสร้างความอบอุ่นใจ และความเป็นกันเองกับนักเรียน

7) ครูจะต้องสร้างเสริมบุคลิกภาพให้เป็นที่น่าเลื่อมใสแก่ผู้เรียน

8) จัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ของโรงเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 265-267) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนของนักเรียนในโรงเรียน บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนเจตคติของนักเรียน คือ ครู ตลอดจนเพื่อนนักเรียนและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในโรงเรียน ครูจำเป็นต้องสร้างเจตคติในทางบวก ชักจูงใจนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน เห็นความสำคัญของบทเรียน เห็นประโยชน์ที่จะได้โดยอาศัยทฤษฎีการเกิดและการเปลี่ยนเจตคติมาใช้ดังนี้

1) การให้การเสริมแรงแก่นักเรียน จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ครูควรให้ความสนใจ ให้กำลังใจ ให้คำชม เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น เช่น กิจกรรมที่กิจกรรมที่ผู้เรียนมีโอกาสทราบผลทันทีทันใด เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

2) การให้การเลียนแบบเจตคติที่ดี โดยดูจากบุคคลสำคัญที่นักเรียนรักและชื่นชอบเป็นตัวอย่าง เพื่อจะได้รับเอาเจตคตินั้นมาเป็นของตน

3) ให้ข่าวสารและสร้างสถานการณ์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

4) ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อมที่ดีในการเรียนรู้

5) หาวิธีการเรียนที่สอดคล้องกับความสามารถและความถนัดของนักเรียน

8.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คาเรน (Karen. 1998: 227) ได้ทำการศึกษา การประเมินผลงานของนักเรียนที่มีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 28 คน โดยนักเรียนแต่ละคนจะถูกประเมินชิ้นงานคณิตศาสตร์จำนวน 18 ชิ้นงาน โดยผู้ปกครองและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินแฟ้มผลงานเหล่านั้นด้วย ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองและนักเรียนที่ได้มีส่วนร่วมในการประเมินแฟ้มผลงาน มีนัยสำคัญทางสถิติเชิงบวก ซึ่งส่งผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คาเธอริน (Katharine. 1999: 3384) ได้ทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสตรีกับโรงเรียนสหศึกษา โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก

เป็นนักเรียนเกรด 7-12 จากโรงเรียนสหศึกษา กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนเกรด 4-12 จากโรงเรียนสตรี ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซูฮาร์โต (Soeharto. 1999: 3741) ได้ทำการวิจัย เพื่อศึกษาการเรียนรู้ด้วยวิธีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ที่ใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์(Constructivist) กับกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้การทดลองที่ใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ทำให้เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนไป

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาว่าเมื่อใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วจะเกิดผลอย่างไรต่อนักเรียนในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมคิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง ดีกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุปราณี พูนประสิทธิ์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนด้วยชุดการเรียนการสอน 3 แบบ คือ ชุดการเรียนการสอนแบบประกอบคำบรรยาย ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม และชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบประกอบคำบรรยาย ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม ชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนทั้ง 3 แบบ สูงกว่าการสอนแบบปกติ

สุรสาธิต ผาสุก (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากการปฏิบัติกิจกรรมการใช้

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลัง การทดลองการใช้กิจกรรมใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

รุ่งโรจน์ กิตติสัทธาธิก (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ชุด กิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรม คณิตศาสตร์นันทนาการของนักเรียนภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ สูงกว่า ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภิรมวัญ ธรรมใจ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้เว็บประกอบ การเรียนการสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบเรขาคณิตสองมิติและสามมิติผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เว็บประกอบการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อมฤทธิ บุญโต (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนด การเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดีกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ นั้นสื่อการสอนและวิธีการสอนแบบต่างๆ ส่วนมากมีส่วนช่วยให้เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญและน่าสนใจควรมานำมาศึกษา ค้นคว้า เพราะเจตคติเป็นเครื่องบ่งชี้หนึ่งของพฤติกรรมของนักเรียน ที่จะทำให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้วิจัยคิดว่าการใช้ ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นอีกวิธีหนึ่งในการที่จะช่วยพัฒนา ให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยผู้วิจัยครั้งนี้
ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
จำนวน 5 ห้อง รวมทั้งสิ้น 220 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
ที่เป็นกลุ่มเน้นคณิตศาสตร์ โดยได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 2
ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน รวมจำนวน 90
คนซึ่งภายในห้องเรียนของแต่ละห้องมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ จากนั้นจับสลากเลือก
1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนนักเรียนอีกห้องหนึ่งเป็น
กลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design มีลักษณะของแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 2 ลักษณะแบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	~X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
C	แทน	นักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ
X	แทน	การสอนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP
~X	แทน	การสอนแบบปกติ
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยชั้นทดลอง

เนื้อหาในการวิจัยชั้นทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาที่อยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ประกอบด้วย 3 บทเรียน ดังนี้

1. การเลื่อนขนาน
2. การสะท้อน
3. การหมุน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยชั้นทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาจำนวน 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมด 12 คาบ ในการทดลองผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุม

การทดลองโดยผู้วิจัยจะสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ซึ่งในการสอนผู้วิจัยจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ใกล้เคียงกัน มีแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุดเดียวกัน มีการวัดและประเมินผลเหมือนกัน แต่วิธีสอนต่างกัน ซึ่งตารางการทดลองเป็นดังนี้

ตาราง 3 ตารางเวลาที่ใช้ในการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เวลา วัน	09.00 – 09.50 น.	09.50 – 10.40 น.	10.40 – 11.30 น.	11.30 – 12.30 น.	12.30 – 13.20 น.	13.20 – 14.10 น.	14.10 – 15.00 น.	15.00 – 15.50 น.
จันทร์	กลุ่ม ทดลอง		กลุ่ม ควบคุม	พัก กลางวัน				
อังคาร		กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	พัก กลางวัน				
พุธ				พัก กลางวัน		กลุ่ม ทดลอง	กลุ่ม ควบคุม	
พฤหัสบดี	กลุ่ม ควบคุม		กลุ่ม ทดลอง	พัก กลางวัน				
ศุกร์				พัก กลางวัน		กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง และเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการวัดประเมิน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือแต่ละประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ได้แก่
 - 1.1 ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
 - 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
 - 1.3 แบบฝึกหัด เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

2. เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการวัดประเมิน ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
 - 2.2 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์
 - 2.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

1.1 ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ในครั้งนี้ได้ใช้แนวความคิดของ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 -102), สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545: 42) และได้ศึกษาหลักสูตรขั้นพื้นฐาน เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและการวัดและประเมินผลเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ได้แก่ อาจารย์จอมใจ ทับทองดี อาจารย์สำราญ ผิวทองอ่อน และอาจารย์วันเพ็ญ กสิโอพาร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) คือ อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์และอาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีการปรับปรุงทั้งในด้านเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ภายในชุดการสอน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด ในการนำไปใช้ โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมเอกสารด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาสิ่งที่เกี่ยวข้องก่อนลงมือสร้างชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544, คู่มือสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่3 (ม.1-3), หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.2 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 1.2.1 การสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์
- 1.2.2 ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
- 1.2.3 สื่อการเรียนการสอน

1.3 คัดเลือกหน่วยการเรียนรู้และกิจกรรม โดยผู้วิจัยแบ่งได้เป็น 3 หน่วย คือ

- 1.3.1 การเลื่อนขนาน
- 1.3.2 การสะท้อน
- 1.3.3 การหมุน

ขั้นที่ 2 สร้างชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. กำหนดรูปแบบชุดการสอนโดยโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบของ อนงค์นาฏ เดชอัมพร. (2548: 54-57) โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1.1 คู่มือการใช้ชุดการสอน โดยโปรแกรมเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการอธิบายรายละเอียดการใช้ชุดการสอน

1.2 ชื่อชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.3 คำชี้แจง จะอธิบายถึงขั้นตอนต่างๆในการศึกษาหาความรู้จากชุดการสอน

1.4 อธิบายเป้าหมายของชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตและลักษณะของชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.5 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อบอกเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดหลังจากการปฏิบัติกิจกรรม

1.6 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการจากการปฏิบัติกิจกรรม

1.7 สารการเรียนรู้ เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน

1.8 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ

1.9 สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุในชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตนั้น มีวัสดุ-อุปกรณ์อะไรบ้าง

1.10 การวัดและการประเมินผลเป็นส่วนที่ระบุให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความสามารถและพฤติกรรมของตน จากการปฏิบัติกิจกรรม

2. นำชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP พร้อมแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อประธานกรรมการและให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนจำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์จอมใจ ทับทองดี อาจารย์สำราญ ผิวทองอ่อนและอาจารย์วันเพ็ญ กสิโอฬาร เนื่องจากอาจารย์ทั้ง 3 ท่านสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม GSP คือ อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ และอาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่มีเชี่ยวชาญการใช้โปรแกรม GSP และมีประสบการณ์ในการทำปริญญานิพนธ์เกี่ยวกับโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยมหิดล ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ประธานกรรมการตรวจพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

4. ทดลองครั้งที่ 1 ชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ไปทดลองกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จำนวน 6 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนดังกล่าวเรียนเนื้อหาจากชุดการสอนซึ่งผู้วิจัยคอยสังเกตบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนและสอบถามผู้เรียนข้อบกพร่องของชุดการสอน เช่น ขนาดของตัวอักษรชุดการสอน คำอธิบายไม่ชัดเจน แบบฝึกหัดในชุดการสอนมีจำนวนมากเกินไป เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้รวบรวมได้ทั้งหมดไปตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขชุดการสอน นำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบ แล้วนำไปทดลองครั้งที่ 2

5. การทดลองใช้ครั้งที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยจะสุ่มนักเรียนที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จำนวน 41 คนโดยทำสลับเนื้อหาของบทเรียนโดยนำเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มาทดลองในเนื้อหาบทที่ 1 สลับที่กับเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนร้อยละโดยทำการทดลองทั้งหมด 12 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน และนำชุดการสอนกับใช้กับกลุ่มทดลองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนต่อไป

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาและการเรียนการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สารการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สารการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับเนื้อหา เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จากคู่มือครูคณิตศาสตร์และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มาตรฐานการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้ รายปี	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปี	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายคาบ
ค 3.2 ใช้การนีกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผล เกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้ แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการ แก้ปัญหาได้ ค 3.2.2 เข้าใจเกี่ยวกับการ แปลง (Transformation) ทาง เรขาคณิตในเรื่องการเลื่อน ขนาน(Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้ ค 3.2.3 บอกภาพที่เกิดขึ้นจาก การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปต้นแบบ และ สามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพนั้นให้	การแปลงทาง เรขาคณิต ประกอบด้วย เรื่อง การเลื่อน ขนาน การ สะท้อน และ การหมุน	1.วิเคราะห์และ อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างรูปต้นแบบ และรูปที่ได้จากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อน และการหมุน ได้ 2.นำสมบัติเกี่ยวกับ การเลื่อนขนาน การ สะท้อน และการหมุน ไปใช้ได้ 3.บอกพิกัดของรูป เรขาคณิตที่เกิดขึ้น จากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการ หมุนบนระนาบพิกัด ฉากได้	1.นักเรียนสามารถบอก ความหมายและสมบัติของ การเลื่อนขนาน การ สะท้อน และการหมุนบน ระนาบได้ 2.หาภาพและสร้างรูปที่ได้ จากการเลื่อนขนาน การ สะท้อน การหมุนของรูป ต้นแบบบนระนาบได้ 3.หาพิกัดของรูปที่ได้จาก การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนของรูปต้นแบบบน ระนาบพิกัดฉากได้ 4.หาทิศทางและระยะทาง ของการเลื่อนขนานได้ 5.หาเส้นสะท้อนของการ สะท้อน เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพที่ได้จาก การสะท้อนได้

1.2.3 ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาในชุดการสอน และผลการเรียนรู้
ที่คาดหวัง แล้วจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง
การแปลงทางเรขาคณิต จำนวนทั้งสิ้น 10 แผนการจัดการเรียนรู้

- | | | |
|---------------------------------------|---|-----|
| 1. ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน | 1 | คาบ |
| 2. การเลื่อนขนานบนระนาบในระบบพิกัดฉาก | 1 | คาบ |
| 3. การหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน | 1 | คาบ |

4. ความหมายและสมบัติของการสะท้อน	1	คาบ
5. การหาภาพสะท้อน	1	คาบ
6. การสะท้อนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	1	คาบ
7. ความหมายและสมบัติของการหมุน	1	คาบ
8. การหาภาพเมื่อกำหนดรูปต้นแบบ จุดหมุน ทิศทางของการหมุน และขนาดของมุมที่หมุน	1	คาบ
9. การหาจุดหมุน ทิศทางของการหมุน และขนาดของมุมที่หมุน	1	คาบ
10. การหมุนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	1	คาบ

ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง/วิชา/รหัสวิชา/เวลาที่ใช้
สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียน ทบทวนความรู้เดิม
ครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาหรือเนื้อหาสาระเป็นสถานการณ์ต่อนักเรียนทั้งชั้นในขั้นต้น แจ้งจุดประสงค์
ในการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา ใช้เวลา 5 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน โดยครูจะให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างจากชุดการสอนโดย
ใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยนักเรียนจะต้องศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนใน
ชุดการสอนอย่างเคร่งครัด ใช้เวลา 25-35 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างองค์ความรู้ เป็นฝึกทำแบบฝึกหัดในชุดการสอนและสรุปกระบวนการเรียนรู้
และความเข้าใจ เกี่ยวกับความคิดรวบยอด เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียน
ร่วมกัน ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยครูเป็นผู้บูรณาการแนวคิด สรุปเป็นประเด็น
ให้ชัดเจนขึ้น ใช้เวลาประมาณ 10-20 นาที

1.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน
คณิตศาสตร์และการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาความสอดคล้อง
ของพฤติกรรมอันพึงประสงค์กับกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน
คือ อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ อาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ อาจารย์จอมใจ ทับทองดี อาจารย์
วันเพ็ญ กสิโอฬาร อาจารย์สำราญ ผิวทองอ่อน โดยผู้วิจัยเสนอเกณฑ์ไว้ดังนี้

2.4.1 ความชัดเจนและความถูกต้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.4.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากิจกรรมและสื่อการเรียนรู้

2.4.3 ความสอดคล้องในเรื่องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับการวัดและ

ประเมินผล

1.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง Try out ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้ การใช้เวลา การใช้สื่อการเรียนรู้และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม พบว่าเนื้อหาและกิจกรรมบางแผนใช้เวลาเกินระยะเวลาที่กำหนด ครูจึงปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระยะเวลา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การแบ่งเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

รหัสวิชา ค 32101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

เวลา 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

การเลื่อนขนาน (Translation) เป็นการแปลงแบบหนึ่งที่จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันเป็นระยะทางเท่าๆ กัน

สมบัติของการเลื่อนขนาน

1. ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและส่วนของเส้นตรงของภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะขนานกัน
2. ระยะห่างของจุดใดๆ ที่สมนัยกัน บนรูปต้นแบบกับจุดที่อยู่บนภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานของจุดนั้นๆ ย่อมเท่ากัน
3. สามารถเลือกรูปต้นแบบทับภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้สนิทพอดี โดยไม่ต้องพลิกรูปหรือกล่าวว่า รูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะเท่ากันทุกประการ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน บนระนาบได้
2. หาภาพและสร้างรูปที่ได้จากการเลื่อนขนาน รูปต้นแบบบนระนาบได้

สาระการเรียนรู้

- การเลื่อนขนาน

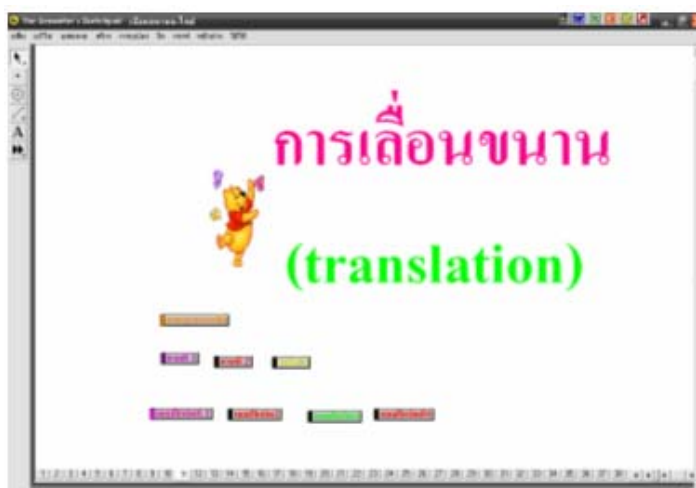
การจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ (ใช้เวลา 5 นาที)

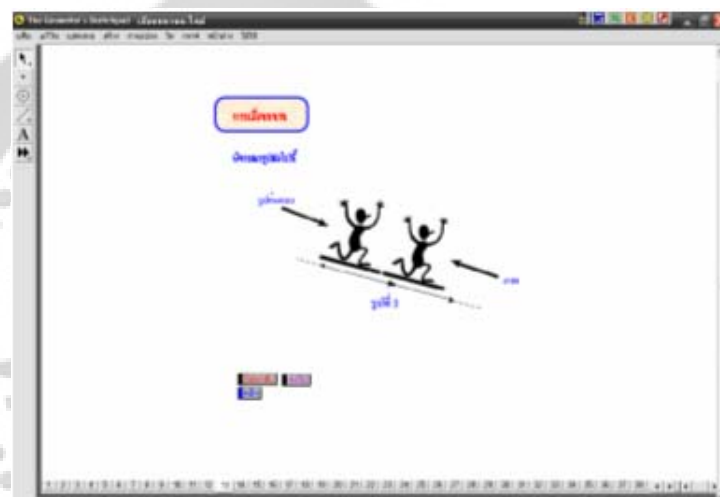
1. จัดกิจกรรมการจัดชั้นเรียนและแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ
3. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างการแปลงในชีวิตประจำวัน

ขั้นสอน (ใช้เวลา 35 นาที)

1. เปิดชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การเลื่อนขนาน โดยคลิกคาบที่ 1

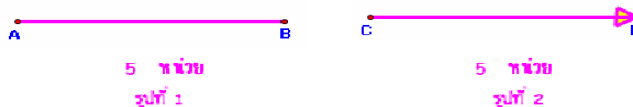


2. จากรูปนักเรียนพิจารณาภาพที่ได้จากรูปต้นแบบและภาพจะขนาดเท่ากันหรือไม่



3. ครูอธิบายความหมายการเลื่อนขนาน และเวกเตอร์ที่กำหนดทิศทางและระยะทาง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

4. ครูให้นักเรียนพิจารณารูป 2 รูป พร้อมทั้งช่วยกันอธิบายความแตกต่างของรูปทั้งสอง



5. นักเรียนพิจารณาการเลื่อนขนานในชีวิตประจำวันที่พบเห็นได้บ่อยในชีวิตประจำวัน

6. นักเรียนศึกษาและดำเนินการตามตัวอย่างที่ 1-4 โดยเปิดชุดการสอนหน้า 16-21 โดยครูจะคอยเดินดูรอบๆ ห้อง เมื่อนักเรียนมีปัญหาจะได้ซักถามได้ (ใช้เวลา 5 นาที)

7. ครูอธิบายว่า การกำหนดเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน อาจใช้จุดเริ่มต้นในรูปต้นแบบหรือนอกรูปต้นแบบก็ได้ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ และนักเรียนศึกษาการสำรวจการเลื่อนขนานและตอบคำถาม

8. นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดที่ 1 ในใบกิจกรรม (ใช้เวลา 15 นาที)

ขั้นสรุป (ใช้เวลา 10 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน
2. นักเรียนซักถามข้อสงสัยและปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรม
3. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากใบกิจกรรมว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการกด **คลิก** ในชุด

การสอนหน้า 26-29

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมและความสนใจในการเรียนขณะเรียน
2. ตรวจสอบผลงานจากใบกิจกรรมที่ 1

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาวเยาวภา ผูกสมัคร)

..... / /

1.3 แบบฝึกหัดเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบฝึกหัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.3.2 ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกหัดพร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เพื่อหาขอบเขตในการสร้างแบบฝึกหัด

1.3.3 วิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน

1.3.4 สร้างแบบฝึกหัดประกอบกิจกรรมเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตจำนวน 11 ชุด เนื้อหาแบบฝึกหัดที่ 1-11 จะแบ่งเป็น 3 เรื่อง เรื่อง 1 การเลื่อนขนาน (แบบฝึกหัดที่ 1-3) เรื่องที่ 2 การสะท้อน (แบบฝึกหัดที่ 4-7) และเรื่องที่ 3 การหมุน (แบบฝึกหัดที่ 8-11) ซึ่งแต่ละแบบฝึกหัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะมีลักษณะโจทย์เหมือนกัน จำนวนข้อเท่ากัน เวลาในการทำเท่ากัน แตกต่างคือ กลุ่มทดลองศึกษาและทำแบบฝึกหัดในชุดการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาและทำแบบฝึกหัดในใบงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความหมายและสมบัติการเลื่อนขนาน

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนานในระบบพิกัดฉาก

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ความหมายและสมบัติการสะท้อน

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง การหาเส้นสะท้อนการสะท้อน

แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง การหาภาพสะท้อน

แบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง การสะท้อนในระบบพิกัดฉาก

แบบฝึกหัดที่ 8 เรื่อง ความหมายและสมบัติการหมุน

แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง การหาภาพเมื่อกำหนดรูปต้นแบบ จุดหมุน ทิศทางของการหมุน และขนาดของมุมที่หมุน

แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง การหาจุดหมุนทิศทาง และขนาดของมุมที่หมุน

แบบฝึกหัดที่ 11 เรื่อง การหาหมุนในระบบพิกัดฉาก

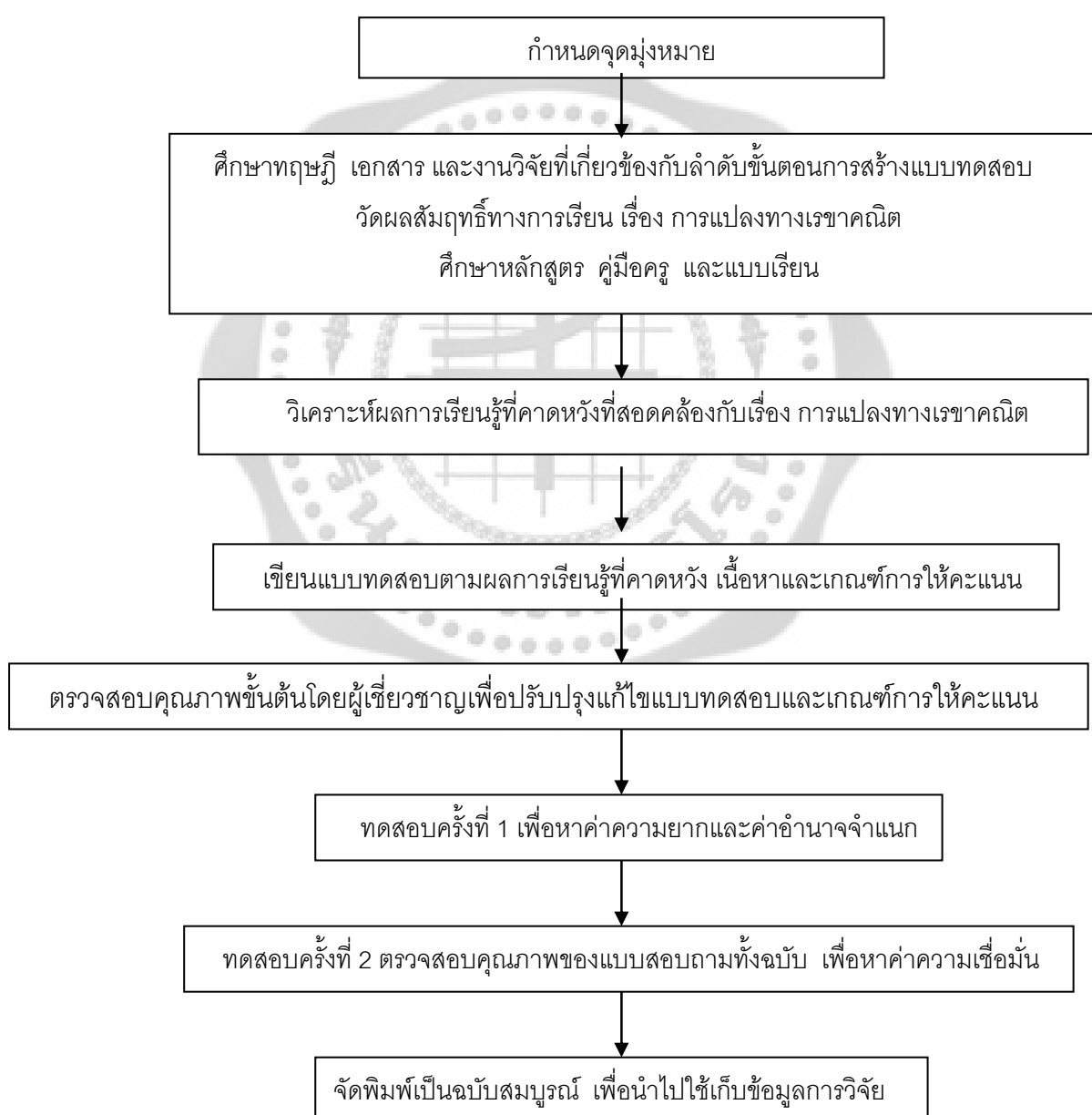
1.3.5 นำแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และการวัดผล จำนวน 11 ชุด พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของเนื้อหา

1.3.6 นำแบบฝึกหัดมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ แบบฝึกหัดที่ 9 ลดจำนวนข้อของแบบฝึกหัดลงและปรับการพิมพ์สมการให้เหมาะสมและถูกต้อง และจัดพิมพ์เพื่อใช้ในการทดลอง

2. เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการวัดประเมิน ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางคณิต

จากภาพประกอบ 3 เป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ในการสร้างครั้งนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

2.1.2 ศึกษาทฤษฎี และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ศึกษาหลักสูตร ได้แก่ คู่มือครูและแบบเรียน หนังสือวิชาคณิตศาสตร์

2.1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 32101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

2.1.4 เขียนแบบทดสอบตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) สร้างข้อคำถามให้ตรงตามนิยามปฏิบัติการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 35 ข้อ

2) สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ

2.1.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างเป็นข้อสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

2.1.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC โดยเลือกค่า IOC ที่มากกว่า 0.5 และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

2.1.7 ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ที่เป็นในการทำวิจัย จำนวน 41 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง Try out ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP

2.1.8 นำผลจากการทดลองครั้งที่ 1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบโดยนำผลจากการทดลองมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และวิเคราะห์หาคุณภาพ

ด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) โดยผู้วิจัยคัดเลือกไว้ 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41-0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.69 และความเชื่อมั่น (r_{xy}) ของแบบทดสอบเท่ากับ .808 (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

2.1.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับพร้อมคำชี้แจงในการดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า

ตัวอย่างคำถาม

0) ข้อใดไม่ใช่การแปลงทางเรขาคณิต

- ก. การหมุน
- ข. การสมนัยกัน
- ค. การสะท้อน
- ง. การเลื่อนขนาน

(เฉลย ข้อ ข.)

00) ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของการเลื่อนขนานที่ถูกต้อง

- ก. ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานไม่จำเป็นต้องขนานทุกคู่
- ข. สามารถเลือกรูปต้นแบบทับภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้สนิท แต่ต้องพลิกรูป
- ค. รูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะเท่ากันทุกประการ
- ง. ระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากันเสมอ

(เฉลย ข้อ ค.)

000) ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของการสะท้อนที่ถูกต้อง

- ก. การเคลื่อนที่อย่างอิสระโดยไม่มี การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- ข. การเคลื่อนที่ตามแนววงกลมโดยมีจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นจุดจุดตรึงอยู่กับที่
- ค. การเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันด้วยระยะเท่าๆกันโดยมีขนาดและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. การเคลื่อนที่ข้ามเส้นตรงเส้นหนึ่งซึ่งเปรียบเสมือนกระจกเงาโดยที่ขนาดและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง

(เฉลย ข้อ ง.)

2.2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้พัฒนาจากแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของแฉล้ม อินวารี (2552: 155-156) และกุลธร เสน่หา (2549: 155-156) เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง มีทั้งข้อความทางบวกและทางลบ ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง .3358 - .7756 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .9128 โดยแบบสอบถามมีจำนวน 30 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาปรับปรุงใช้ภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสมุทรสาครวิทยา จำนวน 41 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง Try out ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .931 โดยแบบสอบถามมีจำนวน 30 ข้อ

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
0	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
00	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าเรียนแล้วสบายใจ					
000	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย					

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ข้อความที่กล่าวในเชิงนิมิต (ทางบวก) (Positive Statements)	ข้อความที่กล่าวในเชิงนิเสธ (ทางลบ) (Negative Statements)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน
เห็นด้วย 4 คะแนน	ไม่เห็นด้วย 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ 3 คะแนน	ไม่แน่ใจ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย 2 คะแนน	เห็นด้วย 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน

แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีข้อความจำนวน 30 ข้อ มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 30 คะแนน คะแนนสูงสุดเท่ากับ 150 คะแนน เพื่อให้ทราบระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับ การแปลความหมาย

135.00 – 150.00	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก
105.00 – 134.99	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างดี
75.00 – 104.99	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง
45.00 – 74.99	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างไม่ดี
30.00 – 44.99	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับไม่ดี

2.3 เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรร่วม คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกถูก 1 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพของสุกัลยา พัวสุขมโนกุล (2545) มาใช้ซึ่งแบบทดสอบนี้ มีจำนวน 20 ข้อ ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.70 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.90 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.3.1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสมุทรสาครวิทยา จำนวน 41 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง Try out ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความยากง่าย (p) โดยมีเกณฑ์ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) มีเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ผลดังนี้ ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41-0.71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.75 ดังแสดงในภาคผนวก ก

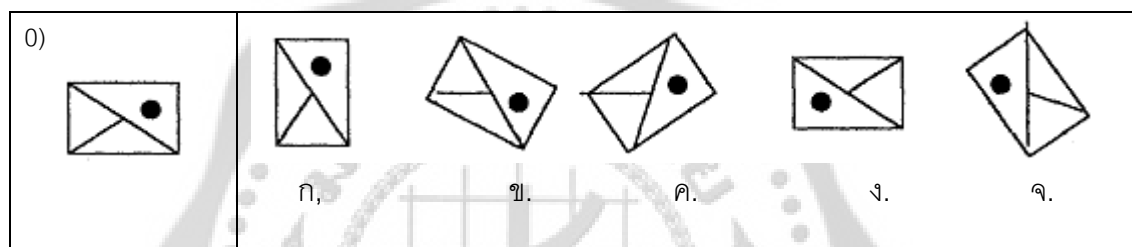
2.3.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่มีการให้คะแนนเป็น 0 และ 1 โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (สูตร KR-20) ซึ่งได้ผลของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.724

2.3.3 จัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับพร้อมคำชี้แจงในการดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดวัดความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

คำชี้แจง ภาพใดจากตัวเลือก ก – จ เป็นภาพที่เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปตามเข็มนาฬิกา

ข้อ 0)



เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล เป็นดังนี้ ให้ 1 คะแนนเมื่อตอบถูก และให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 11 คาบในชั่วโมงเรียนปกติที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงด้วยตนเองตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม จนถึงกลางเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. ติดต่อโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อกำหนดวัน เวลา ที่ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ

2. อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับในเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

3. ก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนทดลองกับผู้เรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งใช้เป็นตัวแปรร่วม บันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนและคะแนนของตัวแปรร่วม และทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง

4. ดำเนินทดลองโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเดียวกัน และระยะเวลาเท่ากัน คือกลุ่มละ 12 คาบ กลุ่มทดลองผู้วิจัยสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมผู้วิจัยสอนแบบปกติ ระหว่างการทดลองผู้วิจัยใช้แบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุด เป็นคะแนนระหว่างเรียน ในการทำแบบฝึกหัดทั้งกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลองต้องทำแบบฝึกหัดลักษณะโจทย์เหมือนกัน จำนวนเท่ากัน โดยกลุ่มทดลองทำแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุดในชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนกลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุดในใบงาน

5. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกคะแนนทดสอบหลังการทดลอง ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบและแบบสอบถาม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้ $\frac{E_1}{E_2}$

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเป็น ตัวแปรร่วม ที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรตาม

3. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอน โดยใช้ โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงโดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 249; อ้างอิงจาก Rainelle; & Hamilton, 1997)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนคนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์หาความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2547: 158)

$$P = \frac{(H + L)}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อคำถาม
 H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) รายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยต์ – ไบซีเรียล (Point Biserial Correlation: r_{pbis}) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2547: 7)

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_q}{S_x} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ r_{pbis} แทน ค่าอำนาจจำแนก
 M_p แทน คะแนนเฉลี่ยคะแนนรวมในกลุ่มตอบถูก
 M_q แทน คะแนนเฉลี่ยคะแนนรวมในกลุ่มตอบผิด
 S_x แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

4. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ และแบบสอบถาม วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2547: 218)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด หรือเท่ากับ $1 - p$
	S_x^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบทดสอบ

หาได้จาก
$$S_x^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

4.2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัก (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2547: 220)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบสอบถาม
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนรวมแต่ละส่วนย่อยหรือแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบสอบถาม

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบสอบถามแต่ละฉบับได้แก่

2.1.1 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 35)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ตัวกลางเลขคณิต

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมด

N แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

2.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 65)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลแต่ละค่ายกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS for window ซึ่งใช้

สถิติดังนี้

2.2.1 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทาง

เรขาคณิต โดยใช้สูตร $\frac{E_1}{E_2}$ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2533: 495)

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

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E_2	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ภายหลังจากเรียน
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ภายหลังจากเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ภายหลังจากเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

2.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) หรือ ANCOVA ใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวแปรร่วม (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 300)

Source	SS'	df'	S^2	F
Between groups	SS'_b	$k - 1$	$\frac{SS'_b}{df'_b}$	$\frac{S_b^2}{S_w^2}$
Within groups	SS'_w	$N - k - 1$	$\frac{SS'_w}{df'_w}$	
Total	SS'_t	$N - 2$		

หาคะแนนเฉลี่ยปรับค่าแล้วของตัวแปรตามโดยใช้สูตร $\bar{X}_j'' = b_w(\bar{Y} - \bar{Y}_j) + \bar{X}_j$

2.2.3 การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลองปกติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 3 โดยใช้สถิติ t-test Dependent (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 194)

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

เมื่อ	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}_A	แทน	คะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
\bar{X}_D	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลต่างระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution
df	แทน	ระดับความเป็นอิสระ (degree of freedom)
$\bar{X}_{adj.E}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_{adj.C}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุม
E_1	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในชุดการสอน
E_2	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
t	แทน	การทดสอบ t - test dependent
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01
กลุ่มทดลอง	แทน	กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
กลุ่มควบคุม	แทน	กลุ่มนักเรียนที่สอนแบบปกติ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดลองตามลำดับ ดังนี้

1. **สรุปข้อมูลก่อนการทดลอง** เป็นผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ตามเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1 / E_2)

ตาราง 5 ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ตามเกณฑ์ 75 / 75

ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต	E_1	E_2
หน่วยที่1 การเลื่อนขนาน	77.012	82.439
หน่วยที่2 การสะท้อน	77.878	
หน่วยที่3 การหมุน	80.427	
รวม	79.106	

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพ 75 / 75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1. แต่เมื่อพิจารณาแต่ละหน่วยแล้ว มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75 / 75

2. **สรุปข้อมูลระหว่างการทดลอง** เป็นข้อมูลที่ได้มาระหว่างการดำเนินการทดลอง โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พิเคราะห์จากคะแนนของแบบฝึกหัด

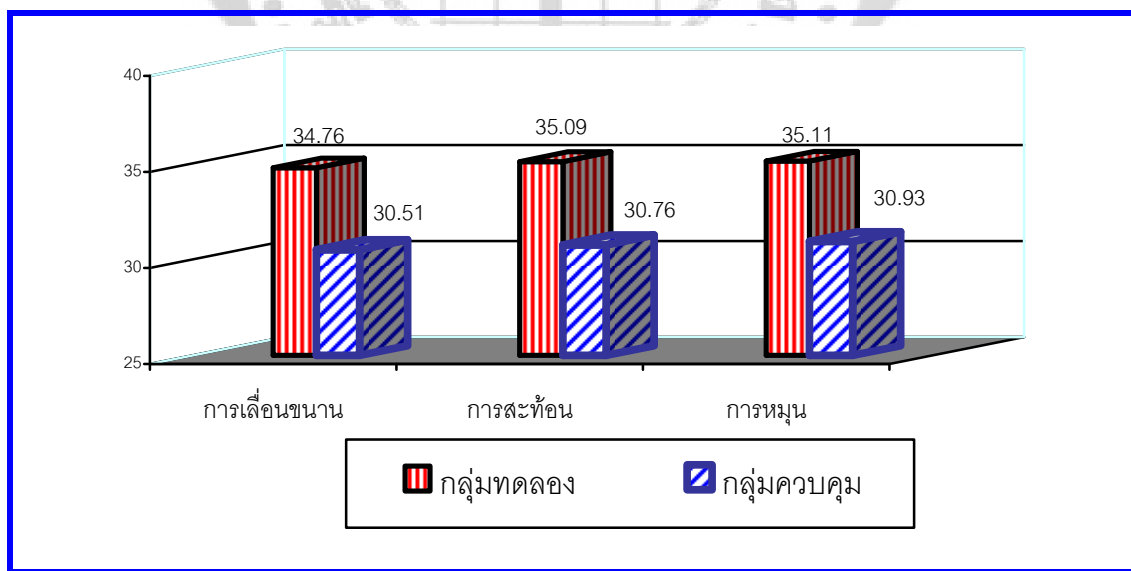
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พิเคราะห์จากคะแนนของแบบฝึกหัด จำนวน 11 ชุด รวม 3 เรื่อง แต่ละเรื่องมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน แสดงในตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตระหว่างการทดลอง
ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนของแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุด

หน่วยที่	เรื่อง	คะแนน เต็ม	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
			\bar{X}	S	\bar{X}	S
1.	การเลื่อนขนาน 3 ชุด	40	34.76	3.31	30.51	4.69
2.	การสะท้อน 4 ชุด	40	35.09	2.64	30.76	4.14
3.	การหมุน 4 ชุด	40	35.11	2.95	30.93	4.35

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
ของนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต (กลุ่มทดลอง)
มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

เพื่อให้เห็นภาพของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
ระหว่างการทดลองของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนของแบบฝึกหัด ผู้วิจัย
นำมาจัดทำเป็นแผนภูมิแท่ง ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทาง
เรขาคณิต ระหว่างการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากคะแนนของ
แบบฝึกหัด

ข้อมูลหลังการทดลอง

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดลองตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเกณฑ์การประเมิน 75/75

2. ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(Analysis of Covariance: ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และนักเรียนกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการทดลองมาเป็นตัวแปรร่วม

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง

ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดลองตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งได้นำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์การประเมินการวัดผลการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การประเมินของ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้ คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80-100 อยู่ในระดับดีเยี่ยม คะแนนคิดเป็นร้อยละ 75-79 อยู่ในระดับดีมาก คะแนนคิดเป็นร้อยละ 70-74 อยู่ในระดับดี คะแนนคิดเป็นร้อยละ 65-69 อยู่ในระดับค่อนข้างดี คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60-64 อยู่ในระดับน่าพอใจ คะแนนคิดเป็นร้อยละ 55-59 อยู่ในระดับพอใช้ คะแนนคิดเป็นร้อยละ 50-54 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และคะแนนคิดเป็นร้อยละ 0-49 ต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งผลการทดสอบย่อยของกลุ่มทดลองแสดงใน ตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 7 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

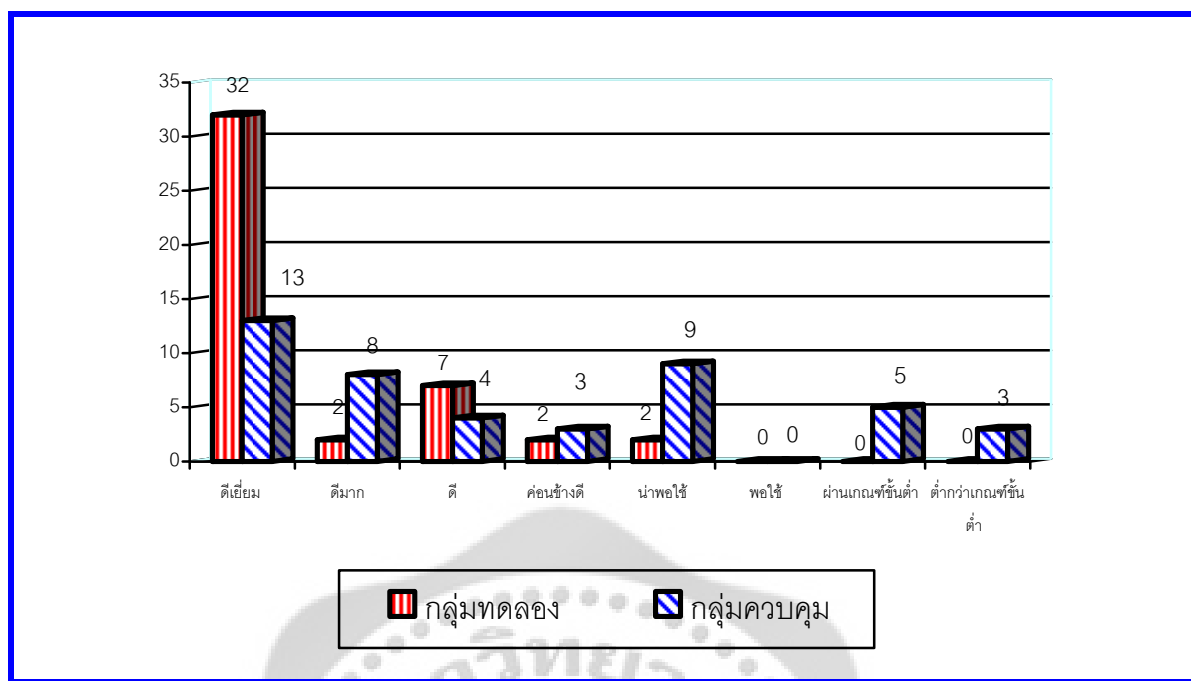
เกณฑ์การประเมิน (คะแนนคิดเป็นร้อยละ)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต	
	กลุ่มทดลอง (จำนวนคน)	กลุ่มควบคุม (จำนวนคน)
ดีเยี่ยม (80 -100)	32	13

ตาราง 7 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน (คะแนนคิดเป็นร้อยละ)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต	
	กลุ่มทดลอง (จำนวนคน)	กลุ่มควบคุม (จำนวนคน)
ดีมาก (75 – 79)	2	8
ดี (70 – 74)	7	4
ค่อนข้างดี (65 – 69)	2	3
น่าพอใจ (60 – 64)	2	9
พอใช้ (55 – 59)	0	0
ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (50 – 54)	0	5
ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ (0 -49)	0	3

จากตาราง 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดีเยี่ยมมีจำนวน 32 คน อยู่ในระดับดีมากมีจำนวน 2 คน อยู่ในระดับดีจำนวน 7 คน อยู่ในระดับค่อนข้างดีจำนวน 2 คน อยู่ในระดับน่าพอใจจำนวน 2 คน ไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนระดับพอใช้ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มควบคุมอยู่ในระดับดีเยี่ยมมีจำนวน 13 คนอยู่ในระดับดีมากมีจำนวน 8 คน อยู่ในระดับดีจำนวน 4 คน อยู่ในระดับค่อนข้างดีจำนวน 3 คน อยู่ในระดับน่าพอใจจำนวน 9 คน ไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนระดับพอใช้ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำจำนวน 5 คน และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำจำนวน 3 คน ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการทดลอง ผู้วิจัยนำมาจัดทำเป็นแผนภูมิแท่ง ดังนี้



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเกณฑ์การประเมินจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลอง

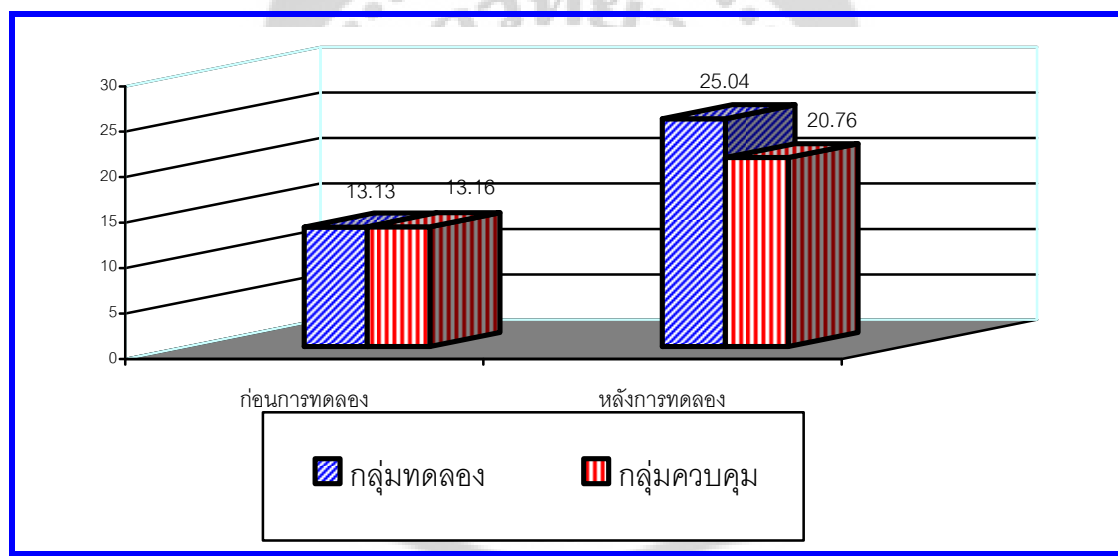
2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต			
		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
		\bar{X}	S	\bar{X}	S
กลุ่มทดลอง	45	13.13	1.72	25.04	3.04
กลุ่มควบคุม	45	13.16	1.65	20.76	3.66

จากตาราง 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง คือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.13 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.72 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.16 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 ตามลำดับ สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม คือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.04 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.76 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.66 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นภาพของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยนำมาจัดทำเป็นแผนภูมิแท่ง ดังนี้



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และนักเรียนกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนการทดลองมาเป็นตัวแปรร่วม

การใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis

of Covariance: ANCOVA) โดยทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA)

ตัวแปร	F	df1	df2	Sig.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต	2.346	1	88	.129

จากตาราง 9 พบว่า ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า มีความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA)

จากนั้นการวิเคราะห์ว่าควรใช้ ANCOVA ได้หรือไม่ จะต้องทำการตรวจสอบ Assumption 2 ข้อ ได้แก่ การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม และการทดสอบความเท่ากันของ Slope เส้นตรง โดยทำการทดสอบ Interaction ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของแต่ละวิธีสอน ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA)

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df'	S ²	F	Sig.
ตัวแปรร่วม	382.449	1	382.449	53.592**	.000
Interaction	2.103	1	2.103	.295	.589
ความคลาดเคลื่อน (Error)	613.726	86	7.136		
รวม	1410.100	89			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากตาราง 10 การตรวจสอบ Assumption 2 ข้อ ของ ANCOVA พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ($F=53.592$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและInteraction ระหว่างตัวแปรพร้อมคือสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นั่นคือ เส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จะขนานกัน เมื่อใช้วิธีการสอนต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้ ANCOVA ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df'	S ²	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	196.888	1	196.888	27.815**	.000
ภายในกลุ่ม	615.829	87	7.078		
รวมทั้งหมด	892.717	88			

$$R^2 = .563 \text{ (Adjusted } R^2 = .553)$$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของกลุ่มทดลอง

$$\bar{X}_{adj,1} = 24.441$$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของกลุ่มควบคุม

$$\bar{X}_{adj,2} = 21.359$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 เมื่อประมาณค่า พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.563 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต กับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ $\sqrt{0.563}$ ได้ค่าเป็น 0.75 ซึ่งแสดงว่าใช้สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นตัวแปรร่วมได้ และ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยใช้สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวแปรร่วมพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_{adj,E}$) = 24.44 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มควบคุม ($\bar{X}_{adj,C}$) = 21.36 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลองปรากฏผลดังในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง (คะแนนเต็ม 150 คะแนน)

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	N	\bar{X}_A	S	\bar{X}_D	S_D	t	p
Pre-test	45	101.96	10.62	13.62	13.78	6.632**	.000
Post-test	45	115.58	9.48				

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=6.632$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ก่อนและหลังการทดลอง

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75 / 75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนการสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 5 ห้อง รวมทั้งสิ้น 220 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่เป็นกลุ่มเน้นคณิตศาสตร์ โดยได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 2

ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน รวมจำนวน 90 คนซึ่งภายในห้องเรียนของแต่ละห้องมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ จากนั้นจับสลากเลือก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนนักเรียนอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการสอน แบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่

1. การสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
2. การสอนแบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของชุดการสอน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรร่วม คือ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง (Experimental Design)

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design มีลักษณะของแบบแผนการทดลอง ดังนี้

แสดงแบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2
C	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
C	แทน	นักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ
X	แทน	การสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
~X	แทน	การสอนแบบปกติ
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน

1. การดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 อธิบายให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีการสอน

1.2. ก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนทดลองกับผู้เรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งใช้เป็นตัวแปรร่วม บันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนและคะแนนของตัวแปรร่วม และทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง

1.3 ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเดียวกัน และระยะเวลาเท่ากัน คือกลุ่มละ 12 คาบ กลุ่มทดลองผู้วิจัยสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมผู้วิจัยสอนแบบปกติ ระหว่างการทดลองผู้วิจัยใช้แบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุด เป็นคะแนนระหว่างเรียน ในการทำแบบฝึกหัดทั้งกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลองต้องทำแบบฝึกหัดลักษณะโจทย์เหมือนกัน จำนวนเท่ากัน โดยกลุ่มทดลองทำแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุดในชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนกลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดทั้ง 11 ชุดในใบงาน

1.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนของ การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลก่อนการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้มาก่อนการดำเนินการทดลอง โดยเป็นการศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ทำการทดสอบกับนักเรียนที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โดยทำการสลับเนื้อหาการสอน คือ นำเนื้อหาบทที่ 3 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมาสอน สลับกับเนื้อหาบทที่ 1 เรื่องอัตราส่วนร้อยละ โดยใช้ $\frac{E_1}{E_2}$

ส่วนที่ 2 ข้อมูลระหว่างการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้มาระหว่างการดำเนินการทดลอง โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พิจารณาจากคะแนนของแบบฝึกหัดทั้ง 10 ชุด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลหลังการทดลอง เป็นข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) ใช้คะแนนจากการวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มาเป็นตัวแปรร่วม และข้อมูลเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ก่อนและหลังสอน โดยใช้ t-test Dependent

สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูล

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) โดยใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวแปรร่วม

จากผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่า ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า มีความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA)

การตรวจสอบ Assumption 2 ข้อ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ.01 ($F=53.592$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและ Interaction ระหว่างตัวแปรร่วมคือ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ เส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จะขนานกันเมื่อใช้วิธีการสอนต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้ ANCOVA พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_{adj.E}$) = 24.44 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของกลุ่มควบคุม ($\bar{X}_{adj.C}$) = 21.36 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อประมาณค่า พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.563 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต กับสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ความสัมพันธ์กันเท่ากับ $\sqrt{0.563}$ ได้ค่าเป็น 0.75

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การอภิปรายผล

1. ชุดการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75 /75 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอนงค์นาฏ เดชอัมพร (2548: 64) เป็นการสร้างชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกรักเชิงปริภูมิ และสุกัญญา ยีกา (2545: 42) ซึ่งเป็นการสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลง และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 เนื่องจาก

1.1 ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นสร้างอย่างมีระบบโดยการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการผลิตสื่อการเรียนการสอนของบุญเกื้อ ควรหาเวช (2543: 92-94) และขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนจากตำราของสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 53-55) ได้ศึกษาหลักสูตรขั้นพื้นฐาน เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม GSP มีการปรับปรุงทั้งในด้านเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ภายในชุดการสอน เพื่อให้เกิดความเหมาะสม และเกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้ หลังจากนั้นได้มีการทดลองหา

ประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลจากการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1.2 กิจกรรมในชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการกำหนดผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบทุกหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดลำดับเนื้อหาสาระและทราบแนวทางการวัดผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และเมื่อผู้เรียนเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างจากชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หากผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างแล้วยังไม่เข้าใจผู้เรียนสามารถกลับมาศึกษาใหม่ได้ และขณะผู้เรียนศึกษาตัวอย่างจะมีคำถามให้ผู้เรียนได้ตอบ และผู้เรียนสามารถตอบสอบคำตอบของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและหลักการของเคมปีและเดย์ตัน (Kemp; & Dayton. 1985: 14-15) ที่กล่าวว่า) การฝึกปฏิบัติและการกระทำซ้ำบุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องของความรู้และทักษะได้ จะต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำอยู่เสมอซึ่งจะนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้

1.3 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น สร้างโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งโปรแกรม GSP นี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนได้สร้างรูปเรขาคณิตสามารถมองเห็นรูปธรรมในการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิตที่นักเรียนสร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดกระตือรือร้น เกิดการอยากเรียนรู้ และนักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับศรีศักดิ์ จามรมาน (2535: 10) ที่กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ทำให้ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น เกิดความเข้าใจและมองเห็นสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ลดการท่องจำ รวมทั้งนักเรียนสามารถสรุปหลักการ เนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทเรียนได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กันในระหว่างนักเรียน ทำให้บรรยากาศการเรียนเป็นไปอย่างมีความสุข สนุกสนาน และไม่เครียด

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มที่สอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) ใช้คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวแปรร่วม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อภิปรายได้ดังนี้

2.1 การสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นโปรแกรมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมสามารถเห็นเป็นนามธรรมง่ายต่อการใช้งาน สามารถสร้างรูปได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งสามารถวัดขนาดของมุมและความยาวได้รวดเร็วถูกต้องและสามารถ

สื่อภาพในการนำเสนอแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะการจินตนาการ เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548: 1-2) ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการนี้ภาพ ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเลสเตอร์ (Lester. 1996: 2343-A), บาฮาวานด์ (Baharvand. 2002: 552-A) อานาจ เข็บบ่อคา (2547: 30) และสุภัทรา เกิดมงคล (2549: บทคัดย่อ) ซึ่งจากการวิจัยทั้งสิ้นฉบับ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยชุดการสอน โดยโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพราะการนำโปรแกรม GSP มาใช้ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีอิสระในการคิด ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถสรุปความคิดรวบยอด

2.2 ภายหลังจากควบคุมตัวแปรสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ให้คงที่ แล้วนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ โดยที่สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ในฐานะที่เป็นตัวแปรร่วม(Covariate) มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่เพิ่มขึ้นภายหลังที่ได้รับการสอนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตด้วยชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องมาจากสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ตามทฤษฎีของ Thurstone เชื่อว่า สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองเห็น หรือมีมโนภาพในการหมุนของรูปเรขาคณิตในมิติ ต่างๆ มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่างๆและมีมโนภาพในการเห็นรูปทรง เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือแปลงสภาพไป (มาลี เกิดผลหลาก (2542: 16) ซึ่งข้อดีของการควบคุมตัวแปรร่วมจะช่วยให้ผู้ทดลองขจัดแหล่งความลำเอียงที่ไม่สามารถขจัดออกไปได้โดยการควบคุมทดลองได้อย่างน้อย 1 แหล่ง และลดความคลาดเคลื่อนทางการทดลอง (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2540: 246) ในการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรร่วมผู้วิจัยจากการทดลองที่ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง ANCOVA นั้น มีข้อดี คือ ผู้วิจัยสามารถระบุได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นั้นผู้วิจัยสามารถขจัดตัวแทรกซ้อน 1 ตัวที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องมาจากเป็นระดับความสามารถของผู้เรียน คือ สมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ ทำให้ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จึงเป็นผลเนื่องมาจากชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรียนด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

3.1 ชุดการสอนที่ใช้ในแต่ละชั่วโมงจะมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหา เรียนรู้และสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจกับความรู้ที่นักเรียนสรุปได้เองจากการทำกิจกรรม นอกจากนี้ยังมีบางส่วนของชุดการสอนที่ให้นักเรียนประเมินความรู้ของตนเองจากการทำแบบฝึกทักษะซึ่งอยู่ในบทเรียน และสามารถทราบผลได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับที่ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 265-267) ได้กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้การเสริมแรงแก่นักเรียน จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ครูควรให้ความสนใจ ให้กำลังใจ ให้คำชม เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น เช่น กิจกรรมที่กิจกรรมที่ผู้เรียนมีโอกาสทราบผลทันทีทันทีทันใด เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

3.2 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นช่วยการสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ นักเรียนรู้สึกว่าได้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนโดยผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง รวมทั้งกิจกรรมที่แตกต่างกันไปในแต่ละชั่วโมง ช่วยทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ให้ความสนใจในกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในความสามารถของตนเอง จึงทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับหลักการสร้างเจตคติที่ดีแก่เด็กของสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2544: 7) ที่กล่าวว่าหลักการสร้างเจตคติที่ดีให้แก่ผู้เรียนนั้นจะต้องจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน จัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของห้องเรียนให้มีบรรยากาศน่าอยู่ น่าสนใจ และผู้เรียนได้เรียนโดยสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อที่จะได้เกิดผลสำเร็จในการเรียน อันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การนำชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ครูผู้สอน ต้องควบคุมดูแล เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาสงสัย

1.2 การนำชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ครูผู้สอน ควรปรับเปลี่ยนเวลาให้เหมาะสมกับบทเรียนและกิจกรรมในเรื่องนั้นๆ เนื่องจากกิจกรรมบางกิจกรรม นักเรียนต้องใช้ทักษะทางการคิดคำนวณ อาจต้องใช้เวลาานานเกินกว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นครูผู้สอนอาจยืดหยุ่นเวลาได้ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP กับสื่อการเรียนการสอนมัลติมีเดีย เช่น เว็บประกอบการเรียนการสอน

2.2 ควรศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP กับบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ เช่น การวัด ทฤษฎีพีทาโกรัส เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ

2.3 ควรศึกษาความสามารถทางสมองด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถด้านเหตุผล ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แล้วทำการควบคุมตัวแปรนั้นๆ





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุงใหม่)*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กรมวิชาการ. (2544). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษณา ศักดิ์ศรี. (2530). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว วิทยาลัยครูพระนคร.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.
- กัลยาณี อุกฤษ. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึกและการปฏิบัติจริง*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กุลธร เสน่หา. (2549). *ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านผู้เรียนและด้านครอบครัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โกมล ไพศาล. (2540). *การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลด้านเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โกเมนทร์ พรหมณี. (2549). *การศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ห้าแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. (2524). *ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- คอนานิตย์ ธนสุนทรสุทธิ. (2540). *องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุรินทร์*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- จากรุวรรณ ย้งรักษา. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรม แบบคอนสตรัคติวิซึ่มเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคลและการสอนตามคู่มือครู*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จากรุวรรณ แสงทอง; รจนา รัตนานิคม; และวันดี ตีระสทกุล. (2545). *การแปลงทางเรขาคณิต*. (เอกสาร ประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: สสวท. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองชัย สุรวัฒน์บุรณ์. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยี ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฉวีวรรณ ศรีสังข์ทอง. (2541). *การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับ ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เฉลิมชัย เทียนกลิ่นทอง. (2546). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนวิชา เครื่องยนต์ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะ การนำเสนอคำอธิบายประกอบภาพต่างกัน*. ปรินูญานินพนธ์ ค.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสาร ทางการศึกษา). นครราชสีมา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *แบบแผนการทดลองและสถิติ*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ. (2546). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องความเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชิดศักดิ์ โหมวาสินธุ์. (2530). *การฝึกความสามารถสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- โชคชัย ศักดิ์ศรี. (2516). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2534). รายงานวิจัยเจตคติที่มีต่อศูนย์วิชาการของคณะทำงานศูนย์วิชาการจังหวัด.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ณยศ สงวนสิน. (2547). การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย -
นินัยเรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ดาวสุวรรณ ถวิลการ. (2548). ผลการใช้กิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ด้านการจูงใจตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา)
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทวี ท่อแก้ว; และอบรม สีนภิบาล. (2517). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: โพธิ์สามต้นการพิมพ์.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (2524). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทิพวรรณ จังเย็น. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผล
การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธนกร ตุ่มบุญ. (2548). การสร้างชุดการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลและ
การแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ. (2548). การศึกษาความเท่ากันทุกประการโดยใช้เรขาคณิตการแปลง สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นคร เทพวรรณ. (2521). สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
เรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นาฏยา บั๊นอยู่. (2543). ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ที่มีผลต่อเชาวน์
อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.

- บุญเกื้อ คอรวาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2513). *ศึกษาแบบต่างๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). *การวัดประเมินการเรียนรู้ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์)*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). *คู่มืออาจารย์: การวัดและการประเมินผลการเรียน*.
- ประดินันท์ อุปรมัย. (2543). *เอกสารการสอนชุดวิชาพื้นฐานการศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช.
- ปรีชา วันโนนาม. (2548). *ผลการใช้ชุดการเรียน โดยเพื่อนสอนเพื่อน หน่วยการเรียนรู้ "เส้นขนาน" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2545). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2541, มีนาคม-เมษายน). การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษา ในศตวรรษที่ 21. *วารสารคณิตศาสตร์*. 41(474 – 475): 65-68.
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2547). *หนังสือรวบรวมบทความทางวิชาการ รศ. ดร ผจงจิต อินทสุวรรณ*. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ผาณิต เย็นแซ. (2544). *ผลของการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปาเพื่อการพัฒนาจริยธรรม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริยศึกษาและพฤติกรรมเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พนิดา จันทรา. (2543). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรทิพย์ ภัทรชาคร. (2520). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พัชรา ทศนิจิตรวงศ์. (2540). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัทธนัย อวิรุทธพาริชย์. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้และการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชญา พุกผาสุก. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง (Guided Discovery) กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการสอนวิชาวิธีการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับการสอนปกติ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภิรมวัจน์ ธรรมใจ. (2548). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรขาคณิตแบบพลวัต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- มนูญ โคติบุญโล. (2539). *องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดตาก*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- มานะ เอกจริยวงศ์. (2537, พฤษภาคม-มิถุนายน). *จุดมุ่งหมายของการสอนเรขาคณิตในโรงเรียนวารสารคณิตศาสตร์*. 38(428-429): 4-8.
- มาลี เกิดผลหลาก. (2542). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยกับการได้ยินเสียงกับคะแนนเฉลี่ยสะสมวิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2524). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บพิธการพิมพ์.
- (2539). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. (2533). *เอกสารคำสอนวิชา วผ 306 การวัดทัศนคติเบื้องต้น*. ชลบุรี: ภาควิชา
หลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. (2540). *เอกสารประกอบการสอนแบบแผนเชิงสถิติของการทดลอง*. กรุงเทพฯ:
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2541). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แจ้ง. (2547). *การศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ของผล
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์
ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. (2528). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. (2542). *การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ
ในการเรียนรู้*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณพงษ์ สิทธิโชค. (2540). *สาเหตุความด้อยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรী บูรณสิงห์. (2525). *การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล*. เอกสารการสอนชุด
วิชาการการสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 8 - 15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วัฒน์ศิริ ชมหนู. (2548). *บทเรียนปฏิบัติการเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒน์นา ปลาตะเพียนทอง. (2546). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.
(วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน – มิติใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2518). *แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจเทรตติ้ง.
- (2538, กุมภาพันธ์). ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย: เรื่องง่ายๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้. *ข่าวสาร วิทยาลัยการศึกษา*. 18(3): 8-11.
- วิทยา รุ่งอรุณพิศาล. (2517). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ (Transformation Geometry) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิมล พงษ์पालิต. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรียรินทร์ ทองย่น. (2552). *ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของความสามารถด้านเหตุผล*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรียศักดิ์ จามรมาน. (2535). *การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน*. *วารสารรามคำแหง*. 15(3) : 10
- ศักดิ์ สุนทรเสถณี. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ: ดี.ดี บุกส์โตร์.
- ศรียวรรณ ฤกษ์นันท์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย* ในวารสารนวัตกรรมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ์. (2542, กันยายน-ธันวาคม). *ทัศนคติในแง่ของจิตวิทยา*. *วัดผลการศึกษา*. 2(2): 1-6.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมพร ประยูรกิตติกุล. (2535). *ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สันทัด ภิบาลสุข; และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. (2525). *การใช้สื่อการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2544). *การวัดจิตพิสัยขอ*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกัญญา ยีกา. (2545). *การสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่อง เรขาคณิตการแปลงสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัลยา พิวสุขมนอกกุล. (2545). *ผลการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่มีต่อความสามารถด้านการรับรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุจิรา มุสิกะเจริญ. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธาทิพย์ นวลหงส์. (2542). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านเอ็น เอ็ม พี (NMP) และด้านเอ็น เอส พี (NSP) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธินันท์ บุญพัฒนานาภรณ์. (2549). *กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ ศลโกสุม. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุปราณี พูนประสิทธิ์. (2546). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบในการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนด้วยชุดการเรียนการสอน 3 แบบ*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพจน์ ไชยสังข์. (2539). *การสำรวจความคิดและความสามารถในการพิสูจน์ในวิชาเรขาคณิตของนักเรียนไทย*. (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

- สุภัทรา เกิดมงคล. (2550). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร บุญหนัก. (2544). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต. (2541). *สู่ตลาดเสรีทางการศึกษา วิทัศน์ตามประสงค์*. การศึกษาเอกชน 7 (73): 47.
- สุรสาธิต ผาสุก. (2546). *การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2536). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ. (2545). *20 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมและการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษามนุษย์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2549). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สามลัดดา.
- อนงค์นาฏ เดชอัมพร. (2548). *ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุภูมิ คำยัง. (2552). *การประยุกต์ใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับตรวจสอบผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการพัฒนาความรู้ด้านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนิสิตหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต : กรณีศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรถพรณ ต้นบรรจง. (2543, สิงหาคม-ตุลาคม). *เครื่องกลประจำวันเกี่ยวข้องกับเรขาคณิตอย่างไร*. *วารสารคณิตศาสตร์*. 44(503-505): 23-26.

- อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้นที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ไชโยธธา. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การ์ตูนประกอบเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร จุฑานนท์. (2528). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวัดซ้ำและการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสุ่มภายในบล็อกเมื่อใช้ตัวแปรร่วม. ศศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชญา โพธิ์พลากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาคเนย์ ฉัตรบรรยงศ์. (2548). ชุดการเรียนรู้เรื่องความเท่ากันทุกประการที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮีลี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547). ผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุทุมพร ทองอุไทย. (2523). แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญผล.
- Adam, Jack A. (1967). *Human Memory*. New York: McGraw – Hill.
- Anastasi, Anne. (1970). *Psychological Testing*. London: The Macmillan Company , Colliar – Macmillan Ltd.

- Baharvand, Mohsen. (2002, June). A Comparison of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction Versus Traditional Approach to Teaching Geometry. *Dissertation Abstracts International*. 40(3): 552-A.
- Carroll, John B. (1963, May). *A Model of school Learning*. *Teachers College Record*. 64(2): 723-733
- Flanagan, Karen Anne. (2002, January). High School Students' Understandings of Geometric Transformations in the Context of a Technological Environment. *Dissertation Abstracts International*. 62(07): 2366-A.
- Foletta, Gina Marie. (1994, February). Technology and Guided Inquiry Understanding of Students' Thinking While Using A Cognitive Computer Tool, The Geometer's Sketchpad, in a Geometry Class. *Dissertation Abstracts International*. 55(8) : 2311-A
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw Hill.
- Guilford. J.P. (1967). *The nature of Intelligence*. New York: McGraw – Itill. Inc.
- Harper, Suzanne Rushton. (2002, April). Enhancing Elementary Pre-Service Teachers' Knowledge of Geometric Transformations. *Dissertation Abstracts International*. 62(10): 3326-A.
- Harrisberger Lee. (1973). *Self Packed Individually Describe Instruction*, Personalized System of Instruction. W.A. Benjamin, Inc., Phillipines.
- Heathers, Jame S. (1977, February). *A Working Definition of Individualized Instruction Educational Leadership*. 34(5): 342–344.
- Kapfer, Phillip G.; & Kapfer, Mirian B. (1972). *Learning Package in American Education*. Englewood Cliff, N. J. Educational Technology Publishing.
- Karen, Suzanne. (1998). The effects of a parent and student portfolio assessment program on attitude and achievement in seventh grade. *Dissertation Abstracts online*. p.1227.
- Katharine, Jo. (1999). A Comparison of girls attitudes toward mathematics in single-sex and Co-educational Independent schools (College preparatory schools). *Dissertation Abstracts online*. p.3384.

- Lester, Margaret Lynn. (1996, December). The Effects of The Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*. 57(6): 2343-A
- Lomax, Richard G. (1992). *Statistical Concepts: A Second Course for Education and the Behavioral Sciences*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Maddox, Harry. (1963). *How to Study*. London: Wyman Ltd.
- Melczarek, Robert Jan. (1998, January). The Effects of Problem-Solving Activities Using Dynamic Geometry Computer Software on Readiness for Self-Directed Learning. *Dissertation Abstracts International*. 58(07): 2611-A.
- Moss, Laura Jean. (2001, May). The Use of Dynamic Geometry Software as a Cognitive Tool. *Dissertation Abstracts International*. 61(11): 4317-A.
- Ortiz, Enrique. (1988, March). A Comparison of Computer Programming Approach to a Textbox Approach in Teaching the Mathematics Concept 'Variable' to Sixth Graders. *Dissertation Abstracts International*. 48(09): 2269-A.
- Prescot, Banial A. (1961). *Report of Conference on Child Students*, Education Bulletin, Bangkok: Faculty of Education. Chulalongkorn University.
- Rannucci, Ernest R. (1964, October). The Role of the Space Perception in the Teaching Mathematic. *Bulletin of the International Study Group for Matin Learning*. 11: 19-23.
- Shaw, M.E.; & Wright, J.M. (1967). *Scales for the Measurement of Attitude*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Shich. Wenfu. (1985). Spatial Visualization, Attitudes Toward Mathematics and Mathematics Achievement Among Chinese-American, Hispanic-American and Caucasian Seventh and Eighth Grade Students. *Dissertation Abstracts International*. 46: 3633; December,
- Sidhu, Kuibir Singh. (1981). *The teaching of Mathematics*. 3rd ed. New Delhi: Sterling Printers.
- Simmons, Malcolm. (1993). *The effective Teaching of mathematics*. New York: Longman.
- Smith, Steven Harmon. (1982, February). "Achievement and Long -Term Retention in Geometry Learning, Student Choice and Traditional Learning in Elementary School," *Dissertation Abstracts Intonation*. 42(08): 3423-A.

- Smith, Carls. (1960). *Social Psychology*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Soeharto, S. (1999). The Effects of A Constructivist Learning Environment on Grade Six. Student's Achievement and Attitude toward mathematics in Indonesian primary Schools. *Dissertation Abstracts online*. p.3741.
- Solheim, Jerome Harold. (1971, December). The Effect of the Study of Transformations of the Plane on the Attitudes of Secondary School of Geometry students. *Dissertation Abstracts International*. 32(6): 3165-A.
- Stephenson, Carl Gene. (1972, September). A Comparison of Postulational Structure of the Synthetic. Transformation and Vector Approaches to Plane Geometry. *Dissertation Abstracts International*. 55(8): 2311-A.
- Stone, Michael E. (1994, November). Teaching Relationships between Area and Perimeter with The Geometer's Sketchpad. *The Mathematics Teacher*. 87(8): 590-594
- Triandis, Harry C. (1971). *Attitude and attitude Change*. p.3, New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Weiss, Kriss Beyenein. (1988, May). Mathematics Retention of Upper Elementary Urban School, Student. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com>. Retrieved May 8, 2005.
- Wilson, Jame, W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, pp. 643-696. New York: McGraw-Hill.
- Yassin, Salaheddin Abed J.Z. (1992, May). A study of Achievement , Retention and Transfers Resulting from Teaching Absolute Value by to Definitional Approaches. *Dissertation Abstracts International*. 52(11): 3820-A.
- Yousef, Adil Eltayeb. (1997, November). The Effect of the Geometer's Sketchpad on the Attitude Toward Geometry of High School Students. *Dissertation Abstracts International*. 58(5): 1631-A.
- Zimbardo, Philip. G.; Ebbesen, Ebbe B.; & Maslach, Christina. (1977). *Influencing Attitude and Changing Behavior*. 2nd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.





ภาคผนวก ก

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น
ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การแปลงเรขาคณิต จำนวน 35 ข้อ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4
ซึ่งมิใช่กลุ่มตัวอย่างใช้การทดลอง และ Tryout

ข้อ	p	r	การพิจารณา
1	0.56	0.27	คัดเลือกไว้
2	0.54	-0.05	คัดออก
3	0.76	0.38	คัดเลือกไว้
4	0.80	0.08	คัดออก
5	0.61	0.42	คัดเลือกไว้
6	0.78	0.27	คัดเลือกไว้
7	0.73	0.28	คัดเลือกไว้
8	0.78	0.38	คัดเลือกไว้
9	0.78	0.41	คัดเลือกไว้
10	0.78	0.28	คัดเลือกไว้
11	0.61	-0.05	คัดออก
12	0.73	0.31	คัดเลือกไว้
13	0.76	0.21	คัดเลือกไว้
14	0.66	0.34	คัดเลือกไว้
15	0.71	0.35	คัดเลือกไว้
16	0.61	0.30	คัดเลือกไว้
17	0.78	0.23	คัดเลือกไว้
18	0.59	0.25	คัดเลือกไว้
19	0.76	0.29	คัดเลือกไว้
20	0.71	0.39	คัดเลือกไว้
21	0.63	0.29	คัดเลือกไว้
22	0.71	0.38	คัดเลือกไว้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	p	r	การพิจารณา
23	0.80	0.22	คัดเลือกไว้
24	0.66	0.46	คัดเลือกไว้
25	0.56	0.34	คัดเลือกไว้
26	0.52	0.13	คัดออก
27	0.56	0.32	คัดเลือกไว้
28	0.63	0.37	คัดเลือกไว้
29	0.83	0.38	คัดเลือกไว้
30	0.54	0.51	คัดเลือกไว้
31	0.59	0.29	คัดเลือกไว้
32	0.59	0.24	คัดเลือกไว้
33	0.41	0.28	คัดเลือกไว้
34	0.63	0.29	คัดเลือกไว้
35	0.95	0.11	คัดออก

นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KB-20 ของคูลเดอร์ - ริชาร์ดสัน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.808

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น
ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
ชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

ข้อ	p	r	การพิจารณา
1	0.54	0.30	คัดเลือกไว้
2	0.56	0.37	คัดเลือกไว้
3	0.71	0.36	คัดเลือกไว้
4	0.59	0.39	คัดเลือกไว้
5	0.71	0.27	คัดเลือกไว้
6	0.41	0.57	คัดเลือกไว้
7	0.49	0.30	คัดเลือกไว้
8	0.68	0.45	คัดเลือกไว้
9	0.71	0.55	คัดเลือกไว้
10	0.56	0.73	คัดเลือกไว้

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น
ของการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
ชุดที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

ข้อ	p	r	การพิจารณา
1	0.46	0.30	คัดเลือกไว้
2	0.51	0.20	คัดเลือกไว้
3	0.54	0.48	คัดเลือกไว้
4	0.59	0.46	คัดเลือกไว้
5	0.44	0.75	คัดเลือกไว้
6	0.51	0.56	คัดเลือกไว้
7	0.49	0.48	คัดเลือกไว้
8	0.51	0.66	คัดเลือกไว้
9	0.56	0.65	คัดเลือกไว้
10	0.63	0.64	คัดเลือกไว้

นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ ไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ
โดยใช้สูตร KB-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (Kuder-Richarson) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.724



ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น

เกี่ยวกับการทดสอบความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการทดสอบเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น ข้อ 2 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มได้มาจากการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติโค้ง ดังนี้

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PREEXAM	.182	45	.001	.957	45	.097
POEXA	.140	45	.028	.953	45	.065
PRECON	.127	45	.065	.959	45	.110
POCON	.183	45	.001	.950	45	.051

a. Lilliefors Significance Correction

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : preexam poexa precon postcon มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : preexam poexa precon postcon ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

ในการทดลองครั้งนี้ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง = 45 จึงใช้ Shapiro – Wilk

1. ผลการวิเคราะห์ Sig = 0.097 > 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง มีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ผลการวิเคราะห์ Sig = 0.065 > 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง มีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. ผลการวิเคราะห์ Sig = 0.110 > 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มควบคุม มีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. ผลการวิเคราะห์ Sig = 0.051 > 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมมีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการทดสอบเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น ข้อ 3 ที่ว่า ความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่ม ต้องไม่แตกต่างกัน (Equal variance) หรือมีความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity of variance) ดังนี้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ผลการวิเคราะห์

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
TREAT	1	exam	45
	2	cont	45

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: POST

F	df1	df2	Sig.
2.346	1	88	.129

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+TREAT+PRE+TREAT * PRE

จากการวิเคราะห์ โดยใช้ Levene's Test

Sig = 0.129 > 0.05 แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า ความแปรปรวนของทุกกลุ่ม เท่ากัน แสดงว่า ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นข้อ 3

ผลการทดสอบเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น ข้อ 4 ที่ว่า ตัวแปรร่วมและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง และ ข้อ 5 ที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมและตัวแปรตาม ต้องมีความสัมพันธ์เหมือนกันทุกกลุ่มหรือที่เรียกว่า Homogeneity of regression) (Slop เท่ากัน) สรุปได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: POST

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	796.374 ^a	3	265.458	37.198	.000
Intercept	82.220	1	82.220	11.521	.001
TREAT	11.225	1	11.225	1.573	.213
PRE	382.449	1	382.449	53.592	.000
TREAT * PRE	2.103	1	2.103	.295	.589
Error	613.726	86	7.136		
Total	48607.000	90			
Corrected Total	1410.100	89			

a. R Squared = .565 (Adjusted R Squared = .550)

จาก Output สรุปได้ดังนี้

1. การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ตัวแปรร่วมและตัวแปรตาม (ตรวจสอบข้อตกลงที่ 4)

H_0 : ตัวแปรร่วม Pre ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ ตัวแปรตาม P0st

H_1 : ตัวแปรร่วม Pre มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ ตัวแปรตาม P0st

1. จากผลการวิเคราะห์พบว่า Sig = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ($0.000 < 0.05$) ตกในเขตวิกฤต ปฏิเสธ H_0

แสดงว่า ตัวแปรร่วม Pre มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ ตัวแปรตาม P0st อย่างมีนัยสำคัญ

2. การตรวจสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมและตัวแปรตาม ต้องมีความสัมพันธ์เหมือนกันทุกกลุ่ม(ตรวจสอบข้อตกลงที่ 4) (Slop เท่ากัน)

H_0 : ตัวแปรร่วม Pre และ ตัวแปรตาม P0st มีความสัมพันธ์เหมือนกันทุกวิธีสอน

H_1 : ตัวแปรร่วม Pre และ ตัวแปรตาม P0st มีความสัมพันธ์ไม่เหมือนกันทุกวิธีสอน

2. จากผลการวิเคราะห์พบว่า Sig = 0.589 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ($0.589 > 0.05$) ไม่สามารถปฏิเสธ H_0

สรุปได้ว่า ตัวแปรร่วม Pre และตัวแปรตาม Post มีความสัมพันธ์เหมือนกันทุกวิธีสอน



ภาคผนวก ค

ข้อมูลการทดลอง

ตาราง 16 คะแนนประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวม คะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การสะท้อน				การหมุน				
	1 (5)	2 (30)	3 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
1	5	21	4	5	5	7	16	5	6	12	9	95
2	4	24	4	6	5	8	18	5	8	14	8	104
3	3	23	3	5	3	7	15	6	9	12	9	95
4	4	18	4	3	4	6	16	3	6	11	8	83
5	5	24	4	4	4	7	16	4	8	12	8	96
6	4	21	4	4	3	7	15	4.5	9	11	9	91.5
7	4	21	4	3	4	6	17	3	7	12	7	88
8	5	27	5	2	3	7	19	4	6	12	8	98
9	4	24	4	3	4	6	15	3	8	13	8	92
10	4	27	4	4	5	8	20	4	7	11	9	103
11	3	24	3	5	5	5	17	6	9	13	7	97
12	4	24	5	5	5	6	16	5	9	12	9	100
13	3	24	3	5	6	8	15	3.5	7.5	11	9	95
14	3	21	3	4	5	7	15	4	7	10	8	87
15	3	24	3	5	5	7	16	6	10	9	10	98
16	4	18	4	5	4	7	18	5	9	9	9	92
17	4	15	4	4	6	8	20	4.5	9	13	9	96.5
18	4	18	4	6	5	6	15	4	9	12	10	93
19	4	21	4	5	5	5	16	5	8.5	13	8	94.5
20	4	24	4	5	4	6	15	6	7	12	10	97
21	5	21	5	4	3	6	18	4	8	12	9	95
22	5	24	5	3	5	6	15	5	9	13	8	98
23	5	21	5	5	5	7	17	5	7	10	7	94

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวม คะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การเลื่อนขนาน				การเลื่อนขนาน				
	1 (5)	2 (30)	3 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
24	4	27	4	5	5	8	19	6	8	10	8	104
25	4	27	4	5	4	8	20	4	8	9	8	101
26	5	30	5	4	5	8	18	4	7.5	12	9	107.5
27	4	24	4	5	3	7	17	3	8	11	8	94
28	5	24	5	3	4	7	16	3	8	10	9	94
29	5	27	5	4	4	7	19	4	9	12	8	104
30	5	27	5	4	5	7	18	6	10	11	7	105
31	4	24	5	5	5	6	14	5	8	12	8	96
32	5	24	5	5	4	6	15	6	9.5	10	9	98.5
33	4	21	3	4	5	5	14	4	8	10	9	87
34	4	18	4	5	5	5	14	5	9	9	8	86
35	3	12	3	5	4	4	13	3	7	8	5	67
36	3	21	3	4	4	7	17	4	9	9	7	88
37	3	24	4	4	6	6	16	4.5	7	9	7	90.5
38	4	21	4	6	4	6	15	6	9	13	8	96
39	4	23	4	4	4	7	16	4	7	12	9	94
40	4	24	4	6	5	6	15	5	9	12	6	96
41	4	22	4	6	6	6	16	6	10	12	9	101
รวม											3892	

$$E_1 = \frac{3892}{120} \times 100 = 79.106$$

ตาราง 17 ประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

จำแนกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลอง และคะแนน จากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของนักเรียน

นักเรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
	การเลื่อนขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
1	30	33	32	22
2	32	37	35	28
3	29	30	36	24
4	26	29	28	20
5	33	31	32	25
6	29	29	33.5	25
7	29	30	29	21
8	37	31	30	27
9	32	28	32	24
10	35	37	31	26
11	30	32	35	27
12	33	32	35	28
13	30	34	31	24
14	27	31	29	20
15	30	33	35	20
16	26	34	32	26
17	23	38	35.5	21
18	26	32	35	24
19	29	31	34.5	25
20	32	30	35	27
21	31	31	33	24
22	34	29	35	25

ตาราง17 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
	การเลื่อนขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
23	31	34	29	26
24	35	37	32	28
25	35	37	29	29
26	40	35	32.5	29
27	32	32	30	25
28	34	30	30	24
29	37	34	33	28
30	37	34	34	29
31	33	30	33	22
32	34	30	34.5	23
33	28	28	31	24
34	26	29	31	23
35	18	26	23	18
36	27	32	29	26
37	31	32	27.5	25
38	29	31	36	25
39	31	31	32	24
40	32	32	32	25
41	30	34	37	28
รวม	1263	1310	1319	1014

$$E_1 = \frac{\frac{3892}{41}}{120} \times 100 = 79.106$$

$$E_2 = \frac{\frac{1014}{41}}{30} \times 100 = 82.40$$

ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตจากแบบฝึกหัดระหว่าง
ทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวมคะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การสะท้อน				การหมุน				
	1 (5)	2 (30)	3 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
1	4	24	5	6	5	8	16	5	6	12	9	100
2	4	22	4	6	5	8	15	5	8	14	7	98
3	5	27	4	6	5	7	20	6	9	14	9	112
4	5	25	4	6	5	6	18	5	8	13	9	104
5	5	29	4	6	5	7	19	5	8	13	9	110
6	4	25	5	6	4	7	16	5	9	13	9	103
7	4	21	5	4	5	8	18	5	8	12	8	98
8	5	25	5	4	3	7	19	4	6	12	8	98
9	5	26	4	5	6	7	18	5	8	13	9	106
10	4	27	4	4	5	8	20	4	7	11	9	103
11	5	26	3	5	5	5	18	6	9	14	7	103
12	3	20	4	4	5	6	16	5	9	10	6	88
13	5	27	5	5	6	8	19	6	8	14	9	112
14	5	25	4	5	6	7	16	5	8	13	8	102
15	5	24	5	6	5	7	18	6	10	9	10	105
16	5	26	4	5	6	8	19	5	10	14	9	111
17	5	29	5	6	6	8	20	5	10	14	9	117
18	5	25	5	6	5	8	16	5	5	12	10	102
19	5	27	5	6	6	8	20	6	10	13	10	116
20	5	30	5	5	6	8	20	6	9	14	10	118
21	5	21	5	4	3	6	18	4	8	12	9	95
22	5	29	5	6	6	8	17	6	10	14	8	114

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวมคะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การสะท้อน				การหมุน				
	2 (5)	2 (30)	31 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
23	5	25	5	6	5	7	18	5	7	10	9	102
24	5	28	5	5	5	8	19	6	9	14	9	113
25	4	27	4	5	4	8	20	4	8	9	8	101
26	5	30	5	4	5	8	19	5	10	14	9	114
27	4	25	5	6	6	7	17	5	10	11	8	104
28	5	24	5	3	4	7	16	4	8	13	9	98
29	5	27	5	4	4	7	19	4	9	12	8	104
30	5	27	5	6	5	7	19	6	10	13	8	111
31	5	25	5	6	5	8	16	6	8	14	9	107
32	5	22	5	5	4	7	15	6	8	11	9	97
33	4	25	5	5	5	8	15	5	8	12	9	101
34	5	28	5	6	6	8	17	6	9	14	10	114
35	4	22	4	5	5	7	15	4	8	12	9	95
36	4	21	3	4	4	7	17	4	9	9	7	89
37	5	29	5	6	6	8	18	6	10	13	10	116
38	5	25	5	4	5	7	18	6	9	13	9	106
39	5	30	5	6	5	8	18	6	10	13	9	115
40	5	27	5	6	6	7	17	6	10	14	9	112
41	5	28	4	5	5	8	19	6	10	14	9	113
42	5	27	4	5	5	8	16	5	9	14	10	108
43	3	20	4	5	5	6	13	5	8	12	9	90
44	5	23	5	5	5	8	17	5	8	12	9	102
45	5	22	4	5	5	6	15	5	8	12	9	96

ตาราง 19 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตจากแบบฝึกหัดระหว่าง
ทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวมคะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การสะท้อน				การหมุน				
	1 (5)	2 (30)	3 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
1	4	23	5	4	5	7	16	4	8	9	7	92
2	3	17	4	4	3	4	12	4	5	8	7	71
3	4	16	4	4	4	5	11	4	7	8	6	73
4	5	21	4	4	5	6	13	5	8	12	7	90
5	4	22	5	4	5	7	14	5	8	11	6	91
6	3	15	4	4	3	4	11	3	5	8	5	65
7	4	16	4	4	4	7	13	4	7	10	6	79
8	5	20	5	3	4	6	14	4	5	9	9	84
9	5	25	5	5	4	7	18	5	7	12	7	100
10	5	27	4	5	4	8	17	5	7	9	6	97
11	5	28	5	6	4	7	18	6	9	14	8	110
12	3	16	4	4	5	5	14	5	6	8	6	76
13	5	20	4	5	5	6	18	5	7	12	9	96
14	4	21	5	4	5	7	15	4	6	13	7	91
15	4	15	3	4	4	5	16	5	6	8	6	76
16	4	23	4	4	5	6	13	5	9	13	9	95
17	4	22	4	5	5	7	12	4	5	7	5	80
18	5	19	5	3	4	8	14	5	7	10	6	86
19	4	18	4	4	4	7	15	5	8	12	6	87
20	5	29	5	5	4	8	17	6	9	14	7	109
21	5	22	4	4	3	6	18	4	8	12	9	95
22	4	25	4	5	5	7	16	6	8	14	6	100
23	5	25	5	6	5	7	19	5	7	13	9	106

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน											รวมคะแนน แบบฝึกหัด (120)
	การเลื่อนขนาน			การสะท้อน				การหมุน				
	1 (5)	2 (30)	31 (5)	1 (6)	2 (6)	3 (8)	4 (20)	1 (6)	2 (10)	3 (14)	4 (10)	
24	4	28	5	5	5	8	19	6	8	12	9	109
25	5	30	4	6	6	6	20	6	9	14	9	115
26	5	25	4	4	6	8	18	5	9	13	9	106
27	5	24	4	4	6	7	18	5	9	12	8	102
28	5	28	5	6	4	8	17	5	9	13	9	109
29	5	27	5	6	6	7	19	4	9	12	8	108
30	5	20	3	5	5	7	13	4	8	12	8	90
31	5	21	4	5	5	6	11	4	7	8	6	82
32	5	19	4	4	4	7	14	5	6	11	8	87
33	4	23	5	6	6	6	14	5	8	12	9	98
34	5	23	3	4	4	5	11	4	7	11	8	85
35	4	22	4	4	4	7	12	3	9	11	9	89
36	3	15	3	4	3	4	11	4	5	8	7	67
37	4	25	5	5	6	6	18	5	7	12	8	101
38	5	21	5	4	5	7	15	6	8	12	8	96
39	3	22	5	6	5	8	13	6	8	12	7	95
40	5	21	5	5	4	4	15	4	9	9	9	90
41	4	18	4	3	5	7	18	6	8	13	9	95
42	4	19	4	5	4	7	15	5	8	11	10	92
43	5	18	4	5	6	6	17	4	9	11	9	94
44	5	23	4	4	5	8	12	5	7	9	9	91
45	4	24	5	5	3	7	16	5	9	12	9	99

ตาราง 20 คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนทดลอง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลองและคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียน คนที่	คะแนนสมรรถภาพ ทางสมองด้าน มิติสัมพันธ์ ก่อนทดลอง	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
		การเลื่อน ขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
1	12	33	35	32	22
2	15	30	34	34	21
3	15	36	38	38	28
4	15	34	35	35	24
5	14	38	37	35	27
6	15	34	33	36	24
7	13	30	35	33	22
8	16	35	33	30	26
9	15	35	36	35	23
10	14	35	37	31	26
11	13	34	33	36	27
12	11	27	31	30	18
13	15	37	38	37	27
14	14	34	34	34	24
15	16	34	36	35	26
16	17	35	38	38	28
17	16	39	40	38	28
18	14	35	35	32	25
19	14	37	40	39	27
20	17	40	39	39	28
21	12	31	31	33	20
22	15	39	37	38	28

ตาราง 20 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนสมรรถภาพ ทางสมองด้าน มิติสัมพันธ์ ก่อนทดลอง	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
		การเลื่อน ขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
23	12	35	36	31	26
24	18	38	37	38	29
25	15	35	37	29	21
26	16	40	36	38	27
27	16	34	36	34	25
28	15	34	30	34	23
29	16	37	34	33	25
30	16	37	37	37	28
31	17	35	35	37	27
32	13	32	31	34	22
33	15	34	33	34	25
34	15	38	37	39	29
35	12	30	32	33	21
36	11	28	32	29	20
37	19	39	38	39	30
38	12	35	34	37	26
39	18	40	37	38	28
40	15	37	36	39	27
41	13	37	37	39	28
42	16	36	34	38	25
43	13	27	29	34	18
44	15	33	35	34	26
45	11	31	31	34	22

ตาราง 21 คะแนนสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ก่อนทดลอง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตหลังการทดลอง และคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างทดลองของ
นักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียน คนที่	คะแนนสมรรถภาพ ทางสมองด้าน มิติสัมพันธ์ ก่อนทดลอง	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
		การเลื่อนขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
1	16	32	32	28	25
2	13	24	23	24	16
3	14	24	24	25	16
4	11	30	28	32	18
5	12	31	30	30	19
6	10	22	22	21	12
7	14	24	28	27	16
8	13	30	27	27	19
9	11	35	34	31	18
10	13	36	34	27	24
11	12	38	35	37	24
12	15	23	28	25	19
13	16	29	34	33	21
14	12	30	31	30	19
15	10	22	29	25	15
16	13	31	28	36	18
17	11	30	29	21	14
18	14	29	29	28	18
19	12	26	30	31	18
20	17	39	34	36	24
21	14	31	31	33	20
22	13	33	33	34	22

ตาราง 21 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนสมรรถภาพ ทางสมองด้าน มิติสัมพันธ์ ก่อนทดลอง	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 120 คะแนน			คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลอง
		การเลื่อนขนาน (40 คะแนน)	การสะท้อน (40 คะแนน)	การหมุน (40 คะแนน)	
23	14	35	37	34	23
24	12	37	37	35	23
25	17	39	38	38	28
26	15	34	36	36	24
27	16	33	35	34	24
28	15	38	35	36	24
29	14	37	38	33	23
30	11	28	30	32	16
31	14	30	27	25	21
32	16	28	29	30	22
33	14	32	32	34	24
34	13	31	24	30	20
35	14	30	27	32	23
36	13	21	22	24	14
37	15	34	35	32	24
38	14	31	31	34	23
39	13	30	32	33	20
40	16	31	28	31	23
41	13	26	33	36	24
42	12	27	31	34	24
43	14	27	34	33	26
44	16	32	29	30	23
45	11	33	31	35	23

ภาคผนวก ง

(ตัวอย่าง)

- แผนการจัดการเรียนรู้ด้วย
ชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
- ชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
- คู่มือการใช้ชุดการสอนโดยใช้ โปรแกรม GSP
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

โครงการสอน
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

แผนการสอนที่	จำนวนคาบ	สาระการเรียนรู้	เวลา (นาที)
1	1	Pretest	50
2	1	ความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนาน	50
3	1	การเลื่อนขนานบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	50
4	1	การหาเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน	50
5	1	ความหมายและสมบัติของการสะท้อนและ การเส้นสะท้อน	50
6	1	การหาภาพสะท้อน	50
7	1	การสะท้อนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	50
8	1	ความหมายและสมบัติของการหมุน	50
9		การหาภาพ เมื่อกำหนดรูปแบบ จุดหมุน ทิศทาง ของการหมุน และขนาดของมุมที่หมุน	50
10	1	การหาจุดหมุน ทิศทางของการหมุน และขนาดของมุม ที่หมุน	50
11	1	การหมุนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	50
12	1	Posttest	50

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
เรื่อง การเลื่อนขนาน

รหัสวิชา ค 32101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เวลา 1 คาบ เวลา 50 นาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและสมบัติของการเลื่อนขนานบนระนาบได้
2. หาภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปต้นแบบได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. สื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอ
2. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

1. เป็นคนช่างสังเกต
2. มีความสนใจใฝ่รู้
3. มีความรับผิดชอบ

สาระการเรียนรู้

ความหมายและสมบัติการเลื่อนขนาน

การเลื่อนขนาน (Translation) เป็นการแปลงแบบหนึ่งที่จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันเป็นระยะทางเท่าๆ กัน

สมบัติของการเลื่อนขนาน

1. ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและส่วนของเส้นตรงของภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะขนานกัน
2. ระยะห่างของจุดใดๆ ที่สมนัยกัน บนรูปต้นแบบกับจุดที่อยู่บนภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานของจุดนั้นๆ ย่อมเท่ากัน
3. สามารถเลือกรูปต้นแบบทับภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้สนิทพอดี โดยไม่ต้องพลิกรูปหรือกล่าวว่า รูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะเท่ากันทุกประการ

การจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ (ใช้เวลา 5 นาที)

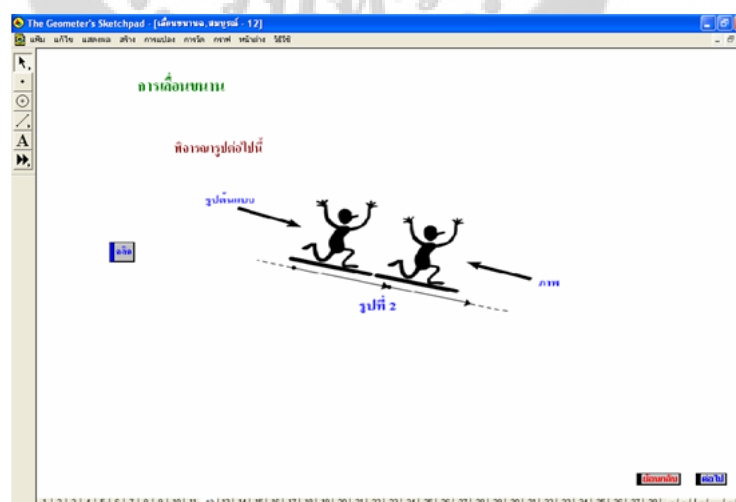
1. จัดกิจกรรมการจัดชั้นเรียนและแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ
3. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างการแปลงในชีวิตประจำวัน

ขั้นสอน (ใช้เวลา 25 นาที)

1. เปิดโปรแกรม GSP เรื่อง การเลื่อนขนาน คลิกคาบที่ 1

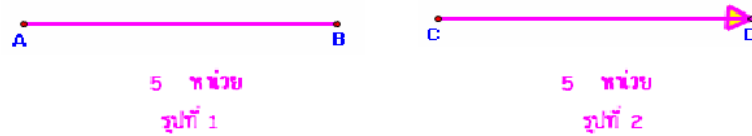


2. จากรูปนักเรียนพิจารณาภาพที่ได้จากรูปต้นแบบและภาพจะเท่ากันหรือไม่



3. ครูอธิบายความหมายการเลื่อนขนาน และสมบัติการเลื่อนขนาน ในหน้าที่ 12 พร้อมให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

4. ครูให้นักเรียนพิจารณารูป 2 รูปพร้อมทั้งช่วยกันอธิบายความแตกต่างของรูปทั้งสอง



5. นักเรียนเปิดชุดการสอนหน้า 14 เพื่อศึกษา การเลื่อนขนานที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน

6. นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษาและทำตัวอย่างที่ 1 – 2 หน้า 16 - 17

7. นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของการเลื่อนขนาน

8. นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษาและทำตัวอย่างที่ 3 – 4 หน้า 20 – 21

9. ครูอธิบายการกำหนดเวกเตอร์ของการเลื่อนขนาน และการสำรวจการเลื่อนขนาน
ขั้นสร้างองค์ความรู้

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์หรืออธิบายผลงานของแต่ละคู่ จากนั้นสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 หน้า 26 - 30

3. นักเรียนซักถามข้อสงสัยและปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรม

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการร่วมกันกิจกรรมเกี่ยวกับความหมายและสมบัติการเลื่อนขนาน

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมและความสนใจในการเรียน

2. ตรวจผลงานจากแบบฝึกหัดที่ 1 หน้า 26 – 30

บันทึกหลังสอน

.....
.....
.....

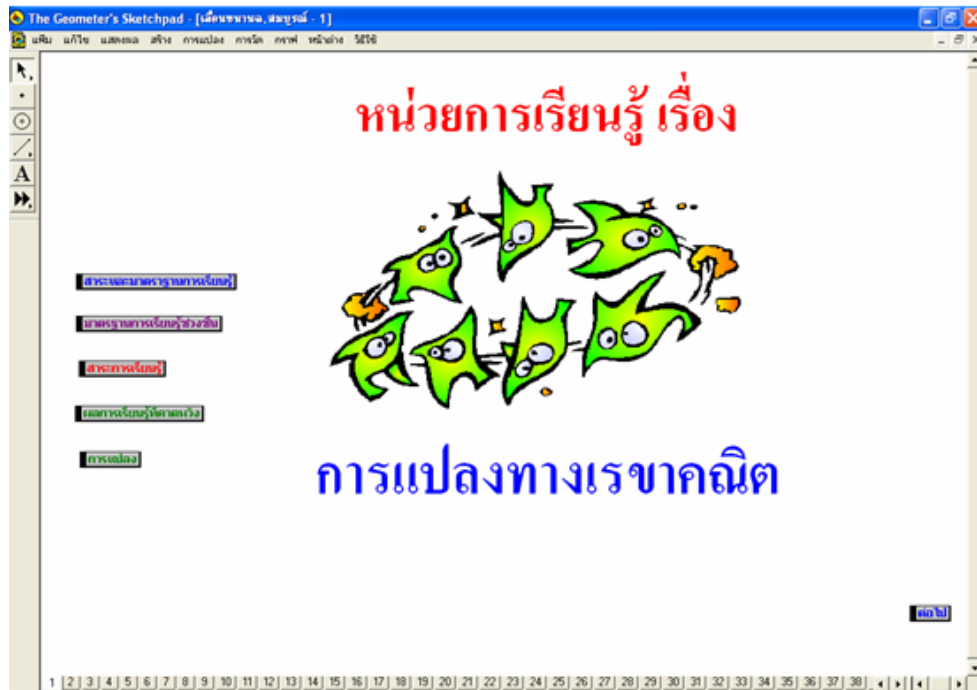
ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาวเขาวภา ฝูงสมัคร)

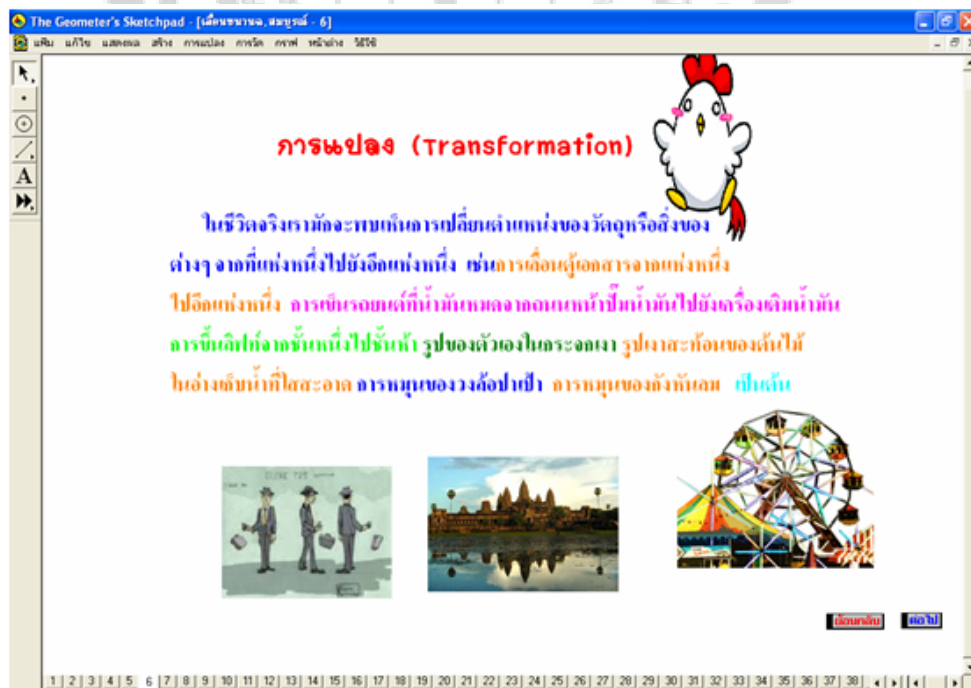
..... / /



ตัวอย่างชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



หน้า 1



หน้า 2

The Geometer's Sketchpad [คณิตศาสตร์, สมบูรณ์ - 7]

เมธี เมธีธรรมาธิ์ การแปล การคิด การทำ หน้า 3

ความหมายของการแปล

การเคลื่อนย้ายของวัตถุต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีขนหลังการเคลื่อนย้าย และหลังการเคลื่อนย้ายมีขนาดเท่าเดิม เช่น การวิ่งของรถขบวน การส่งสาร: ๑๑ การหมุนของพัดลม ฯลฯ เราเรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะนี้ว่า การแปล เรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะเดียวกับการวิ่งของรถว่า การเคลื่อนขนาน การส่งสาร: ๑๑ ที่เห็นการสะท้อนหน้าพิมพ์สู่การ เรียกว่า การสะท้อน และเรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะเดียวกับกับการหมุนของพัดลมว่า การหมุน

ในทำนองเดียวกัน การเคลื่อนย้ายของรูปเรขาคณิต โดยการเคลื่อนขนาน การหมุน และการสะท้อนจะรวมเราเรียกว่า การแปลทางเรขาคณิต.

ปิดหน้าต่าง ปิดไฟ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

หน้า 3

The Geometer's Sketchpad [คณิตศาสตร์, สมบูรณ์ - 7]

เมธี เมธีธรรมาธิ์ การแปล การคิด การทำ หน้า 3

ความหมายของการแปล

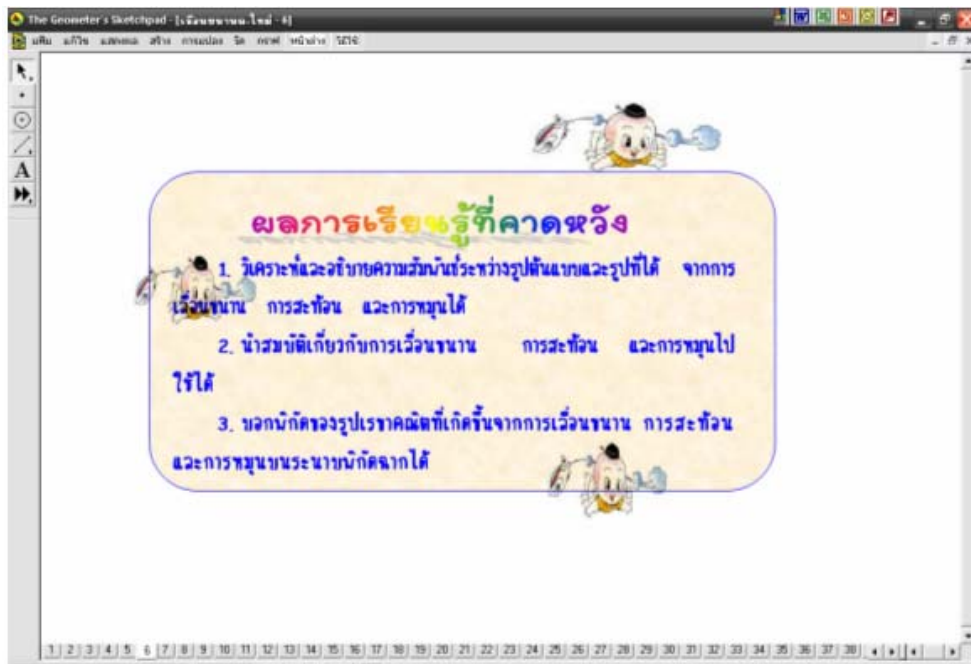
การเคลื่อนย้ายของวัตถุต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีขนหลังการเคลื่อนย้าย และหลังการเคลื่อนย้ายมีขนาดเท่าเดิม เช่น การวิ่งของรถขบวน การส่งสาร: ๑๑ การหมุนของพัดลม ฯลฯ เราเรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะนี้ว่า การแปล เรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะเดียวกับการวิ่งของรถว่า การเคลื่อนขนาน การส่งสาร: ๑๑ ที่เห็นการสะท้อนหน้าพิมพ์สู่การ เรียกว่า การสะท้อน และเรียกการเคลื่อนย้ายในลักษณะเดียวกับกับการหมุนของพัดลมว่า การหมุน

ในทำนองเดียวกัน การเคลื่อนย้ายของรูปเรขาคณิต โดยการเคลื่อนขนาน การหมุน และการสะท้อนจะรวมเราเรียกว่า การแปลทางเรขาคณิต.

ปิดหน้าต่าง ปิดไฟ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

หน้า 4



หน้าที่ 5



หน้าที่ 6

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขภาพ, สมบูรณ์ - 7]

เมนู: แก้ไข, แปลง, สืบ, การวัด, การวัด, การวัด, หน้าต่าง, SETB

ความหมายของ การแปลง

การเคลื่อนไหวของวัตถุต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีขนาดก่อนการเคลื่อนไหว และหลังการเคลื่อนไหวมีขนาดเท่าเดิม เช่น การวิ่งของรถยนต์บน การส่องกระจก การหมุนของพัดลม ฯลฯ เราเรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้ว่า การแปลง เรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกับการวิ่งของรถว่า การเคลื่อนขนาบ การส่องกระจกก็เหมือนกับกระจกที่เอียงเข้าเต็มทุกประการ เรียกว่า การสะท้อน และเรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกับการหมุนของพัดลมว่า การหมุน

ในทำนองเดียวกัน การเคลื่อนไหวของรูปเรขาคณิต โดยการเคลื่อนขนาบ การหมุน และการสะท้อนจะระนาบ เราเรียกว่า การแปลงทางเรขาคณิต.

หน้า 7

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขภาพ, สมบูรณ์ - 7]

เมนู: แก้ไข, แปลง, สืบ, การวัด, การวัด, การวัด, หน้าต่าง, SETB

ความหมายของ การแปลง

การเคลื่อนไหวของวัตถุต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีขนาดก่อนการเคลื่อนไหว และหลังการเคลื่อนไหวมีขนาดเท่าเดิม เช่น การวิ่งของรถยนต์บน การส่องกระจก การหมุนของพัดลม ฯลฯ เราเรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้ว่า การแปลง เรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกับการวิ่งของรถว่า การเคลื่อนขนาบ การส่องกระจกก็เหมือนกับกระจกที่เอียงเข้าเต็มทุกประการ เรียกว่า การสะท้อน และเรียกการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกับการหมุนของพัดลมว่า การหมุน

ในทำนองเดียวกัน การเคลื่อนไหวของรูปเรขาคณิต โดยการเคลื่อนขนาบ การหมุน และการสะท้อนจะระนาบ เราเรียกว่า การแปลงทางเรขาคณิต.

หน้า 8

The Geometer's Sketchpad - [เด็กชายพน. สมบูรณ์ - 9]


ผลการเรียนรู้อัตโนมัติ การวัด การทำ หน้าที่ 9

การเลื่อนขนาน (translation)

ผลการเรียนรู้อัตโนมัติ

คาบที่ 1

แบบฝึกหัดที่ 1



คาบที่ 2

แบบฝึกหัดที่ 2

คาบที่ 3

แบบฝึกหัดที่ 3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

หน้าที่ 9

The Geometer's Sketchpad - [เด็กชายพน. สมบูรณ์ - 11]

ผลการเรียนรู้อัตโนมัติ การวัด การทำ หน้าที่ 10

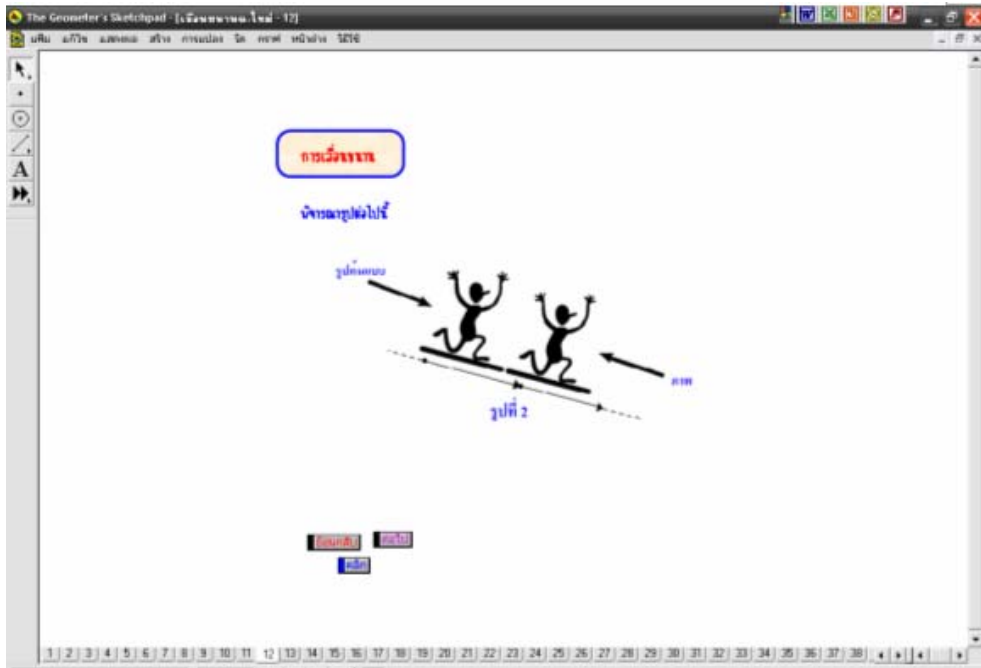
ผลการเรียนรู้อัตโนมัติ

1. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน และนำไปใช้ได้
2. บอกรูปที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนานและสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้รูปที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้น
3. อธิบายลักษณะของรูปที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนานบนระนาบที่คลาดเคลื่อนได้

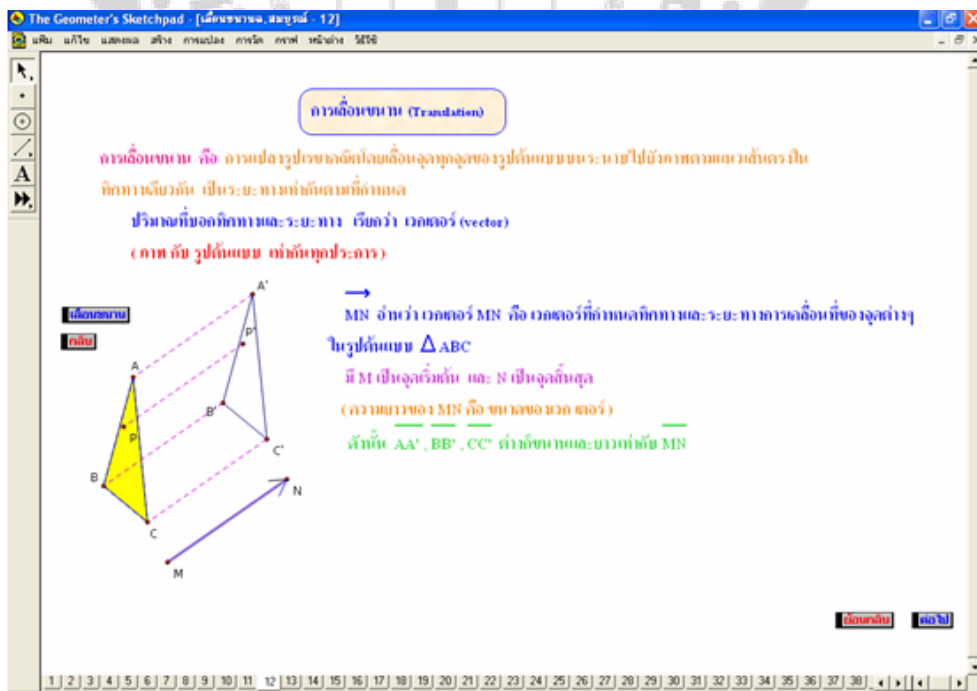
ย้อนกลับ ต่อไป

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

หน้าที่ 10



หน้าที่ 11



หน้าที่ 12

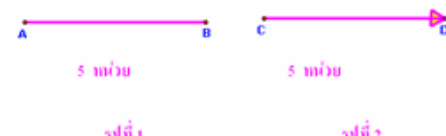
The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขภาพ, สมรูป - 13]

เขียน แก้ไข แสดง ล้าง การวัด การวัด การวัด หน้าต่าง Help

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการเรขาคณิต การแปลที่มีขั้วจะ ระบุว่ารูปเรขาคณิตก่อนการแปล และผลการแปล จะมาเรียกรูปเรขาคณิตก่อนการแปลว่า “รูปต้นแบบ” และเรียกรูปเรขาคณิตหลังการแปลว่า “ภาพ” ที่ได้จากการแปล

ให้นักเรียนพิจารณารูปทั้ง 2 รูปนี้



รูปที่ 1 เปรียบกับด้านของด้านตรง AB หรือด้านของด้านตรง BA ก็ได้ จึงจะมีขนาดหรือความยาวเท่ากันมีทิศทางตรงกันข้าม

รูปที่ 2 เปรียบกับด้านตรง CD จึงจะมีทิศทางหรือความยาวและมีทิศทางตรงกันข้ามกับด้านที่ C ไม่ได้อยู่ที่ D ด้วยระยะทาง 5 หน่วย จึงมีขนาดหรือ CD ไปด้วยขนาด CD ไม่สามารถเรียกด้านตรงตรง DC ได้เพราะมีทิศทางกลับกัน

ปุ่ม: [ลบ] [ลบ] [ลบ]

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38


หน้าที่ 13

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขภาพ, สมรูป - 15]

เขียน แก้ไข แสดง ล้าง การวัด การวัด การวัด หน้าต่าง Help

การเลื่อนขนาน (Translation)

การเลื่อนขนานเป็นการแปลการเรขาคณิตที่จุดเริ่มต้น ที่รวมกันไว้ซึ่งมีในชีวิตประจำวัน



รูปที่ 1 การเคลื่อนที่ของรถพยาบาล

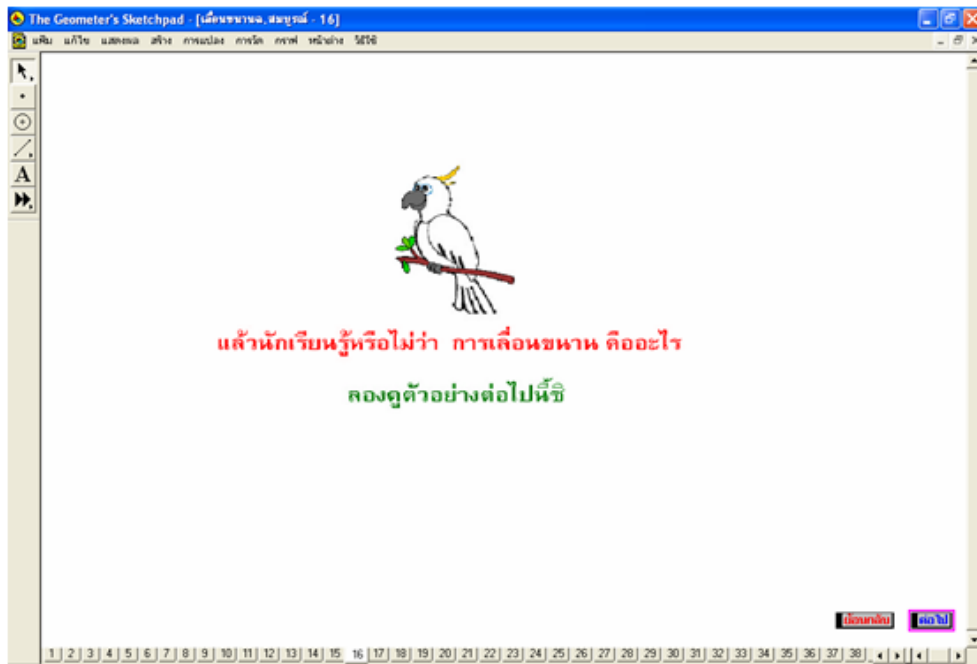
รูปที่ 2 ผลของการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกา

รูปที่ 3 ผลของการเคลื่อนที่ของหน้าต่างในลิฟต์

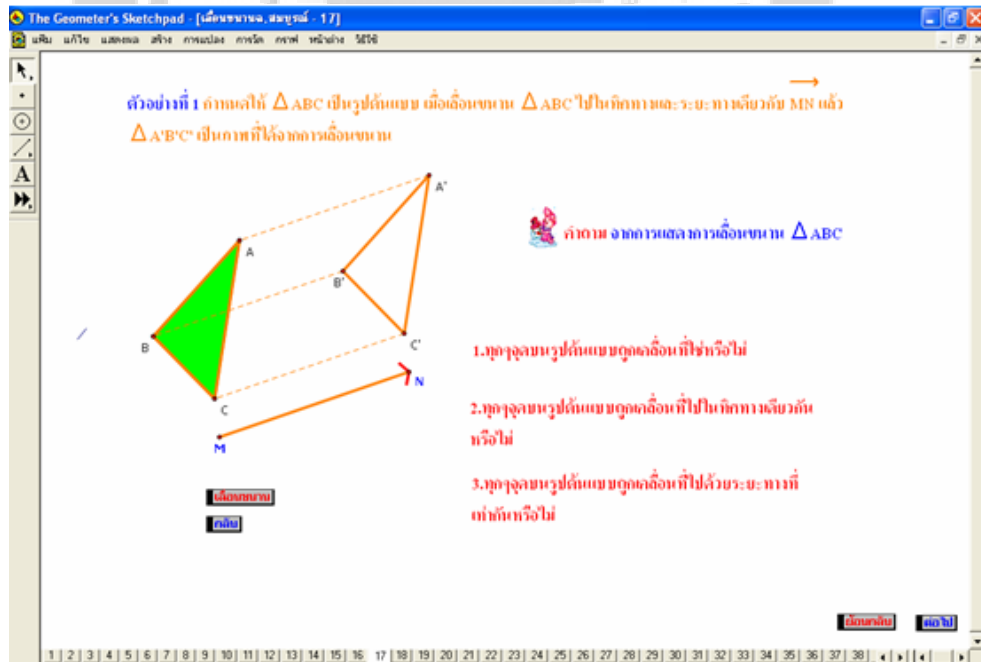
ปุ่ม: [ลบ] [ลบ] [ลบ]

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

หน้าที่ 14



หน้าที่ 15



หน้าที่ 16

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขหน้าจอ: สมรูป - 18]

เมื่อบริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าเราใช้รูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม ABCD ไปในทิศทาง
 และระนาบเดียวกับ PQ แล้วจึงได้รูปสี่เหลี่ยม A'B'C'D' เป็นภาพที่แสดงการเลื่อนขนาน

คำถาม จงหาผลรวมการเลื่อนขนาน ABCD

1. หาค่าของมุมรูปสี่เหลี่ยมที่เลื่อนที่ใช่หรือไม่
2. หาค่าของมุมรูปสี่เหลี่ยมที่เลื่อนที่ใช่หรือไม่
3. หาค่าของมุมรูปสี่เหลี่ยมที่เลื่อนที่ใช่หรือไม่

ปุ่ม: **เลื่อนขนาน** **ปิด**

ปุ่ม: **เลื่อนกลับ** **ต่อไป**

หน้า 17

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขหน้าจอ: สมรูป - 19]

เมื่อบริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท บริษัท

ตัวอย่างการเลื่อนขนาน

ภาพที่ให้ออกการเลื่อนขนาน รูปสี่เหลี่ยม

ปุ่ม: **เลื่อนขนาน** **ปิด**

ปุ่ม: **เลื่อนกลับ** **ต่อไป**


เวกเตอร์ที่ใช้กำหนดทิศทางและ
 ระยะทางการเลื่อนขนาน

หน้า 18

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขขนาด, สรุปรูป - 20]

สรุป

การเลื่อนขนาน เป็นการแปลงแบบหนึ่งทีจุดทุกจุด
 ของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน เป็นระยะทาง
 เท่ากัน จุดแต่ละจุดบนภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน
 จะมีระยะห่างจากจุดที่สมนัยกับบนรูปต้นแบบเท่ากันทุกจุด

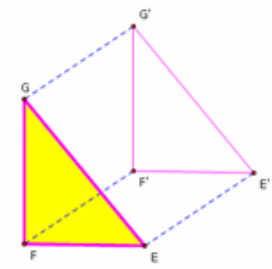


1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38

หน้าที่ 19

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขขนาด, สรุปรูป - 21]

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าแปล $\triangle EFG$ เป็นรูปต้นแบบ และรูป $\triangle E'F'G'$ เป็นรูปที่ถักจากการเลื่อนขนานรูป $\triangle EFG$



จากรูปสังเกตว่า

1. การเลื่อนขนานไปยังระยะทาง จุดทุกจุดจะถูก
 เคลื่อนไปเป็นระยะทางที่เท่ากันทิศทางเดียวกัน นั่นคือ
 $EE' \parallel FF' \parallel GG'$ และ $EE' = FF' = GG'$
2. รูปที่ถักจากการเลื่อนขนานจะมีขนาดของส่วนประกอบ
 เท่ากัน ขนาดของมุมเท่าเดิมทุกประการ เช่น
 $\widehat{EF} = \widehat{E'F'}$, $\widehat{EG} = \widehat{E'G'}$, $\widehat{EG} = \widehat{E'G'}$ และ $\widehat{E} = \widehat{E'}$,
 $\widehat{F} = \widehat{F'}$, $\widehat{G} = \widehat{G'}$
3. ภายใต้การเลื่อนขนาน รูปต้นแบบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 รูปร่างและขนาด

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38

หน้าที่ 20

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขหน้าจอ, สรุปรูป - 22]

เมื่อคลิกปุ่ม **เลือกขอบ** และ **คลิก**

ตัวอย่างที่ 4 เมื่อกำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม PQRS เป็นรูปด้านขนาน และใช้ AB โดยการเลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม P'Q'R'S' เป็นภาพที่ติดจอการเลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม PQRS

1. ใช้ไม้กดทับสอง วัสดุความยาวเท่าตัวที่มีสีใกล้เคียงกัน
2. ลอไว้ตำแหน่งขั้ว AB แล้วลอวัสดุความยาวส่วนเท่าๆ ของรูปที่ 1 ไปจะเป็นอย่างไร

ปุ่ม **เลือกขอบ** และ **คลิก**

หน้าที่ 21

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขหน้าจอ, สรุปรูป - 23]

เมื่อคลิกปุ่ม **เลือกขอบ** และ **คลิก**

การกำหนดจุดยอดของอาคารเลื่อนขนาน อาจใช้จุดเริ่มต้นของรูปด้านขนานหรือจุดยอดด้านขนานก็ได้

รูปที่ 1 ใช้ MN เป็นจุดเริ่มต้นของรูปด้านขนาน และจุดยอดของอาคารเลื่อนขนาน

รูปที่ 2 ใช้ CC' เป็นจุดเริ่มต้นของรูปด้านขนาน และจุดยอดของอาคารเลื่อนขนาน

ปุ่ม **เลือกขอบ** และ **คลิก**

หน้าที่ 22

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขขนาด, สมบูรณ์ - 24]

หน้า: ม.วิทย์, แผนการสอน, ส.วิทย์, การแปล, การวัด, การทำ, หน้าต่าง, SCS

สำรวจการเลื่อนขนาน

กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสี่เหลี่ยม และ $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน $\triangle ABC$ ด้วย $\vec{CC'}$

ข้อสังเกต

1. $AB \parallel A'B', BC \parallel B'C'$ และ $AC \parallel A'C'$ ใช้วงเวียน
2. แต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานจะคู่กันที่ได้จากการเลื่อนขนานด้วยเวกเตอร์เดียวกัน
3. $AB = A'B', BC = B'C'$ และ $AC = A'C'$ ใช้วงเวียน
4. ใช้กระดาษลอกตามรอย $\triangle ABC$ แล้วเลื่อนไปทับ $\triangle A'B'C'$ โดยไม่ต้องติดกระดาษลอกจะสมารถทับกันได้ด้วยวงเวียน

จากความสัมพันธ์ของการเลื่อนขนานจะได้ว่า $\vec{AA'}, \vec{BB'}$ และ $\vec{CC'}$ ขนานกันและยาวเท่ากัน

[ปิดหน้าต่าง] [ลบ]

หน้าที่ 23

The Geometer's Sketchpad - [แก้ไขขนาด, สมบูรณ์ - 24]

หน้า: ม.วิทย์, แผนการสอน, ส.วิทย์, การแปล, การวัด, การทำ, หน้าต่าง, SCS

สมบัติของการเลื่อนขนาน

1. ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและส่วนของเส้นตรงของภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะขนานกัน
2. ระยะห่างของจุดใดๆ ที่สมมาตรกันบนรูปต้นแบบกับจุดที่อยู่บนภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานของจุดนั้นๆ ยึดเท่ากัน
3. สามารถเลือกรูปต้นแบบที่ภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้ครบทุกจุด โดยไม่ต้องติดกระดาษลอกหรือกระดาษรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะเท่ากับรูปประจักษ์

[ปิดหน้าต่าง] [ลบ]

หน้าที่ 24

The Geometer's Sketchpad - [เรียนชานง, สมบูรณ์ - 25]

นักเรียน แก้วใจ แสนงาม สังกัด ศึกษานิเทศก์ วิทยาลัย ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

แบบฝึกหัดครั้งที่ 1

เรื่อง ความหมายและสมบัติการเลื่อนขนาน

ข้อ 1

ข้อ 2

ข้อ 3

ข้อ 4

ข้อ 5

หน้าแรก

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |

หน้าที่ 25

The Geometer's Sketchpad - [เรียนชานง, สมบูรณ์ - 26]

นักเรียน แก้วใจ แสนงาม สังกัด ศึกษานิเทศก์ วิทยาลัย ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ข้อ 1. จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

การเลื่อนขนาน คือ

.....

สมบัตินิของ การเลื่อนขนาน

1.


.....

2.

.....

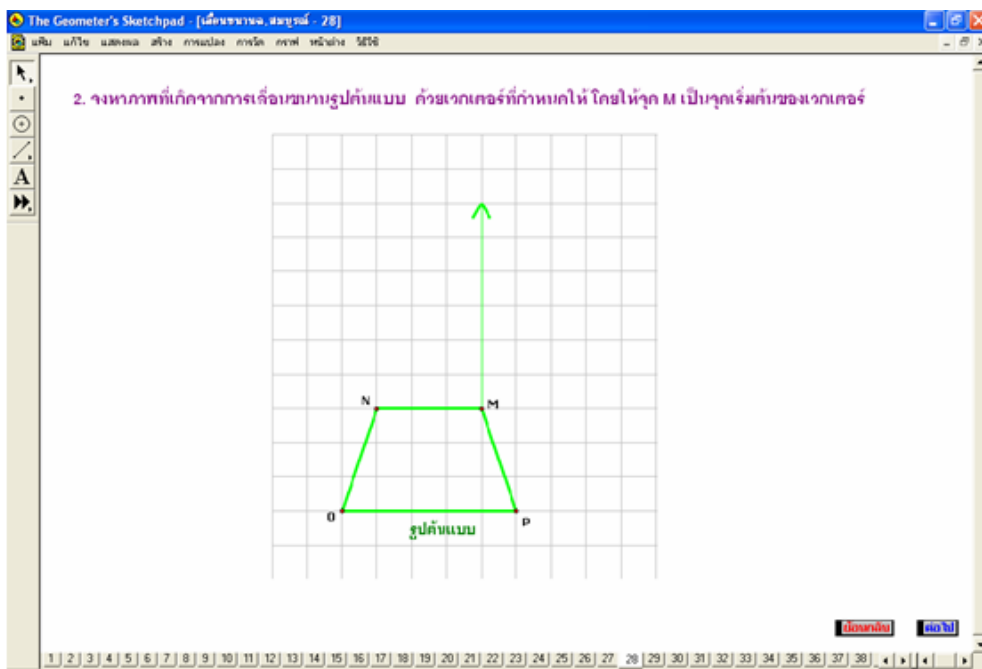
3.

.....

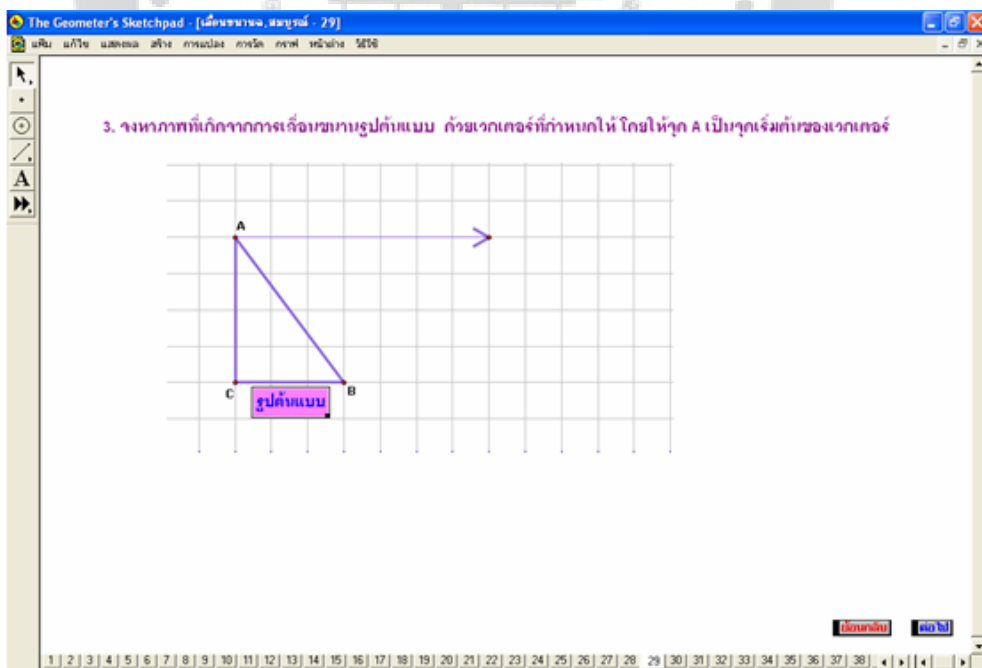


1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |

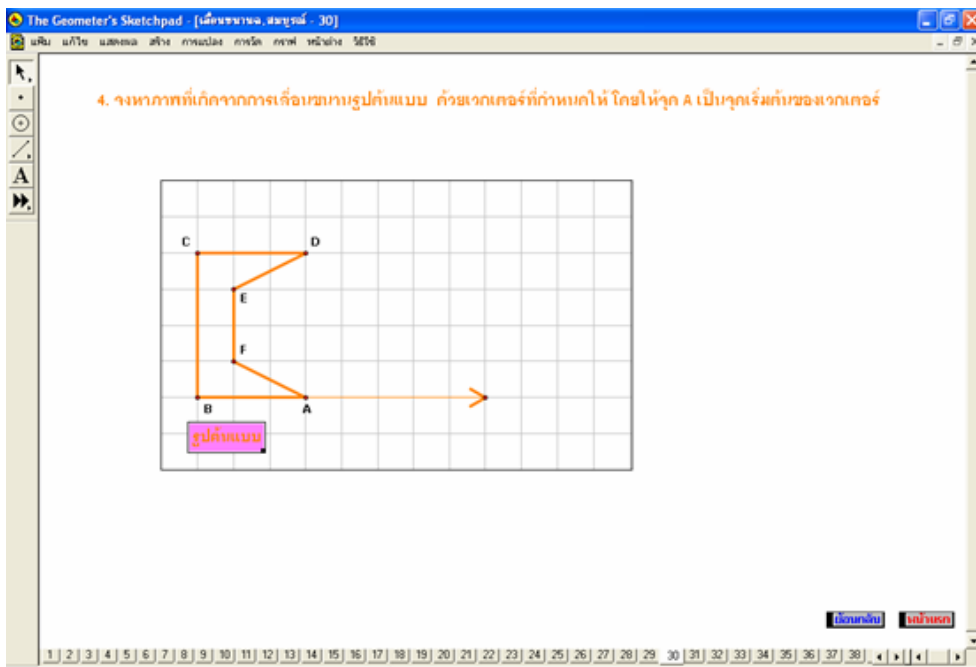
หน้าที่ 26



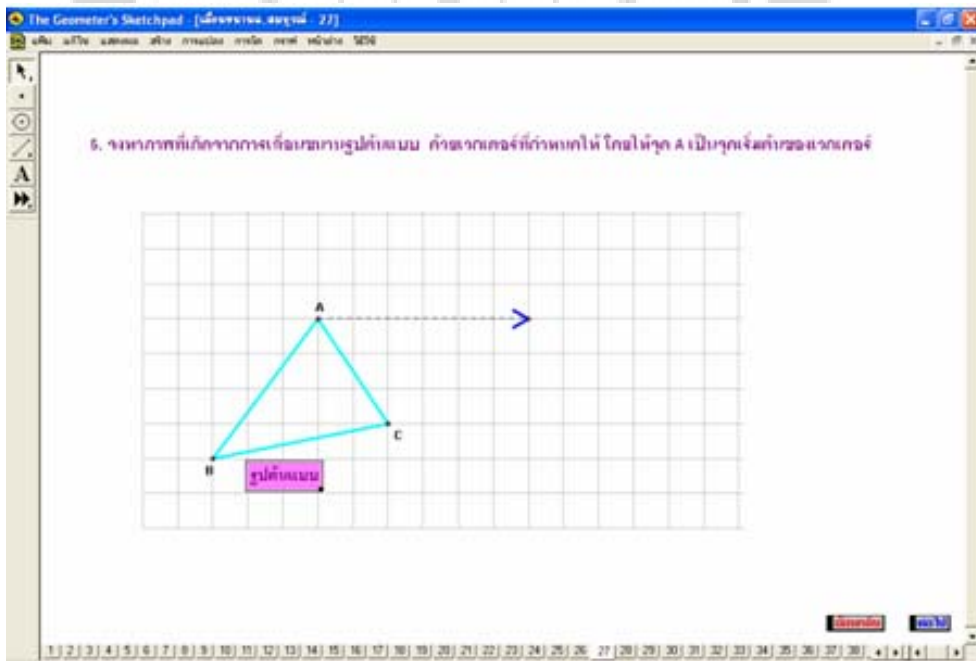
หน้าที่ 27



หน้าที่ 28



หน้าที่ 29



หน้าที่ 30

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

รหัสวิชา ค 32101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เวลา 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

การสะท้อน เป็นการแปลงรูปเรขาคณิตที่จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ข้ามเส้นตรงเส้นหนึ่ง ซึ่งเปรียบเสมือนกระจกหรือเรียกว่า เส้นสะท้อน โดยที่เส้นนี้จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับจุดแต่ละจุดบนรูปสะท้อนที่สมนัยกัน

สมบัติของการสะท้อน ประกอบด้วย

1. รูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบนั้นเท่ากันทุกประการ
2. เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดบนภาพที่สมนัยกัน นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับเส้นสะท้อนจะเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดที่เกิดจากการสะท้อนกับเส้นสะท้อน
3. ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดที่สมนัยกันบนภาพที่ได้จากการสะท้อนจะขนานกัน แต่ไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากัน
4. ด้านที่สมนัยกันระหว่างรูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการสะท้อนไม่จำเป็นต้องขนานกันทุกคู่

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายและสมบัติของการสะท้อน บนระนาบได้
2. หาเส้นสะท้อนของการสะท้อน เมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนได้

สาระการเรียนรู้

- ความหมายและสมบัติของการสะท้อน
- การหาเส้นสะท้อน

การจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ (ใช้เวลา 5 นาที)

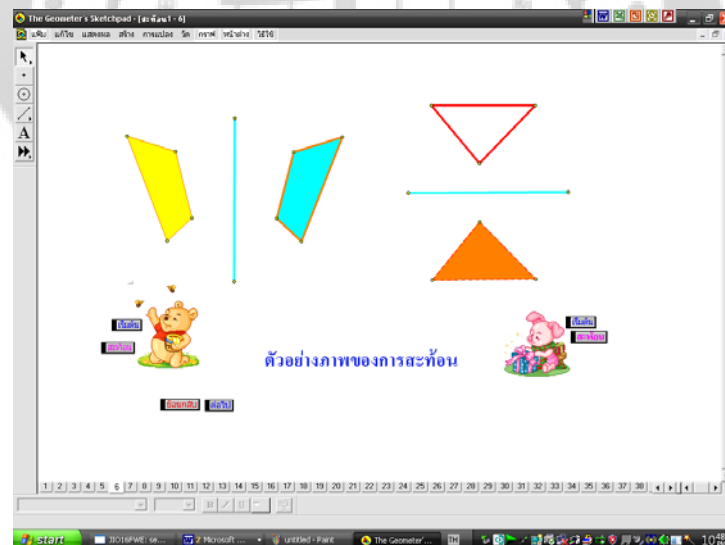
1. จัดกิจกรรมการจัดชั้นเรียนและแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับการส่องกระจกเงาของนักเรียน ว่านักเรียนคิดเป็นการแปลงชนิดใด และภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร

ชั้นสอน (ใช้เวลา 25 นาที)

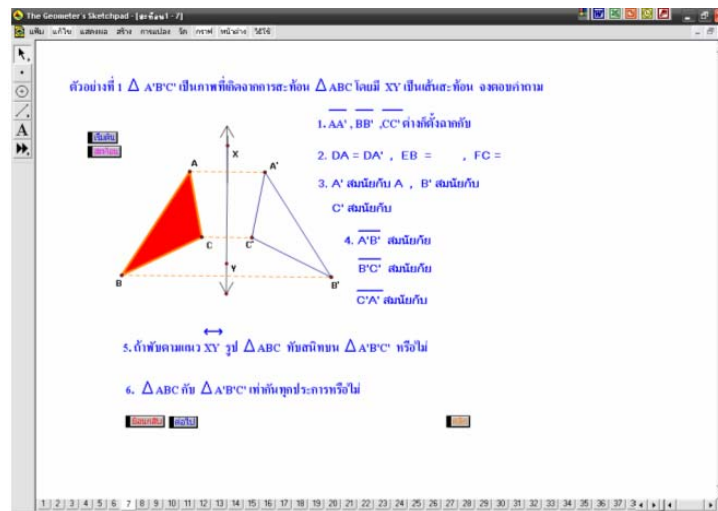
1. เปิดโปรแกรม GSP เรื่อง สะท้อน
2. จากรูปที่ 1 นักเรียนพิจารณาภาพที่ได้จากรูปต้นแบบและภาพมีขนาดเท่าเดิมหรือไม่แตกต่างกัน



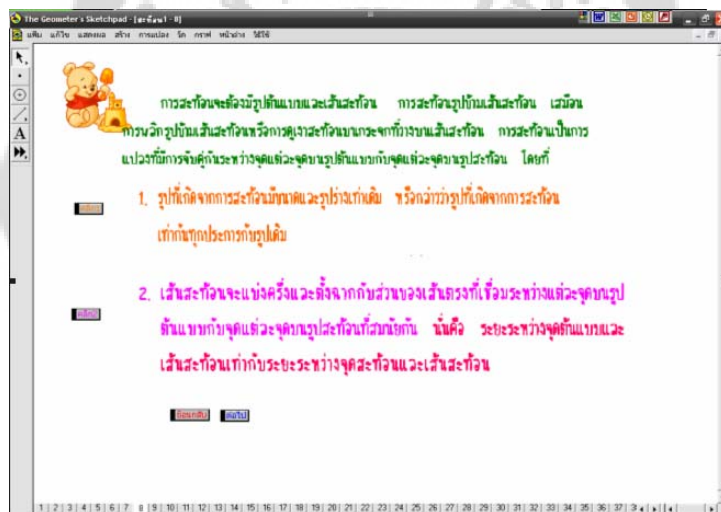
3. ครูอธิบายความหมายการสะท้อน เส้นไขสำคัญของการสะท้อนพร้อมยกตัวอย่างประกอบ



4. นักเรียนเปิดชุดการสอนหน้า 7 เพื่อศึกษาตัวอย่างที่ 1 และตอบคำถามทั้ง 6 ข้อ



5. ครูอธิบายการสะท้อนจะต้องมีรูปต้นแบบและเส้นสะท้อน การสะท้อนรูปข้ามเส้นสะท้อนเป็นเสมือนการพลิกรูปข้ามเส้นสะท้อน โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้



6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสมบัติของการสะท้อน

7. นักเรียนศึกษาชุดการสอนหน้า 10-11 โดยการจับคู่ร่วมกันศึกษา

ขั้นสร้างองค์ความรู้

1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 หน้า 12-14 จำนวน 6 ข้อ

2. นักเรียนซักถามข้อสงสัยและปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรม

3. นักเรียนตรวจสอบรูปที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการกด **คลิก**

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการร่วมกันกิจกรรมเกี่ยวกับ

ความหมายและสมบัติการสะท้อน

5. นักเรียนฝึกทักษะการหาเส้นสะท้อนเพิ่มเติมโดยทำใบงานที่ 1

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง การหาเส้นสะท้อน

การวัดและประเมินผล

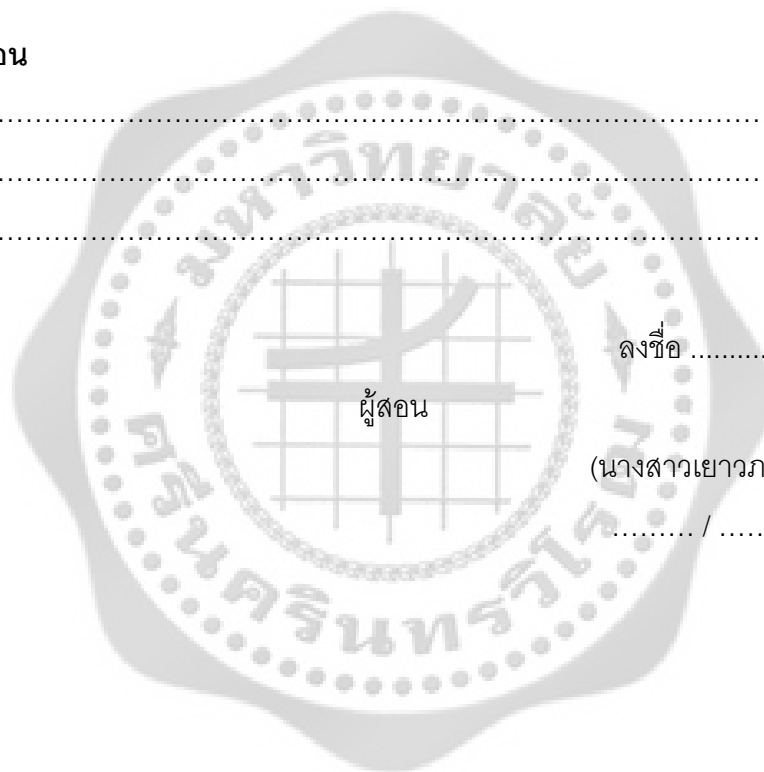
1. สังเกตจากพฤติกรรมและความสนใจในการเรียน
2. ตรวจผลงานจากแบบฝึกหัดที่ 1 จากชุดการสอน หน้า 12-14
3. ตรวจผลงานจากใบงานที่ 1 เรื่อง การหาเส้นสะท้อน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....



ลงชื่อ

ผู้สอน

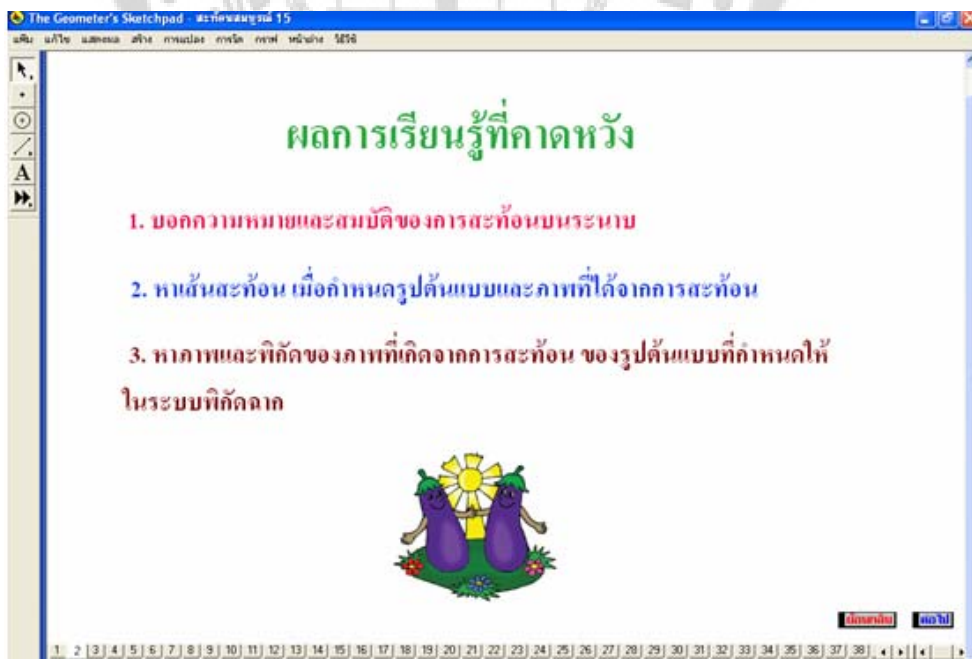
(นางสาวเยาวภา ผูกสมัคร)

..... / /

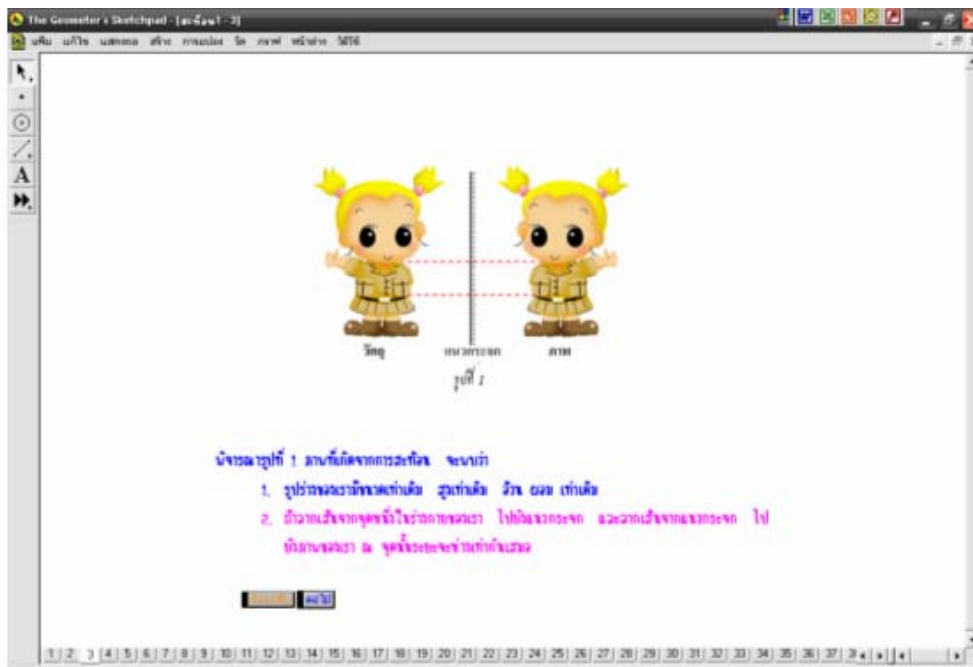
ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การสะท้อน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



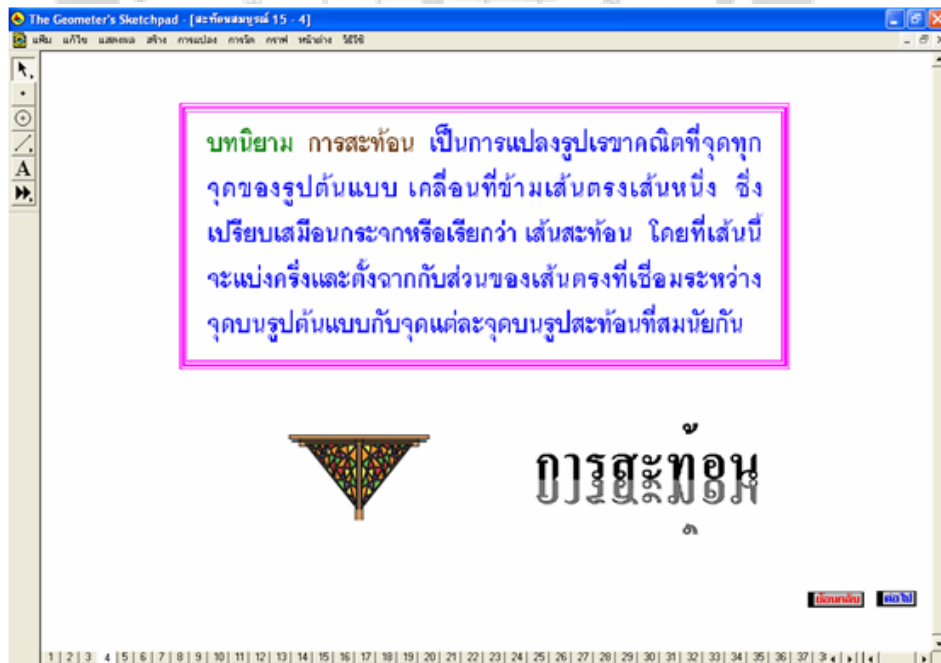
หน้า 1



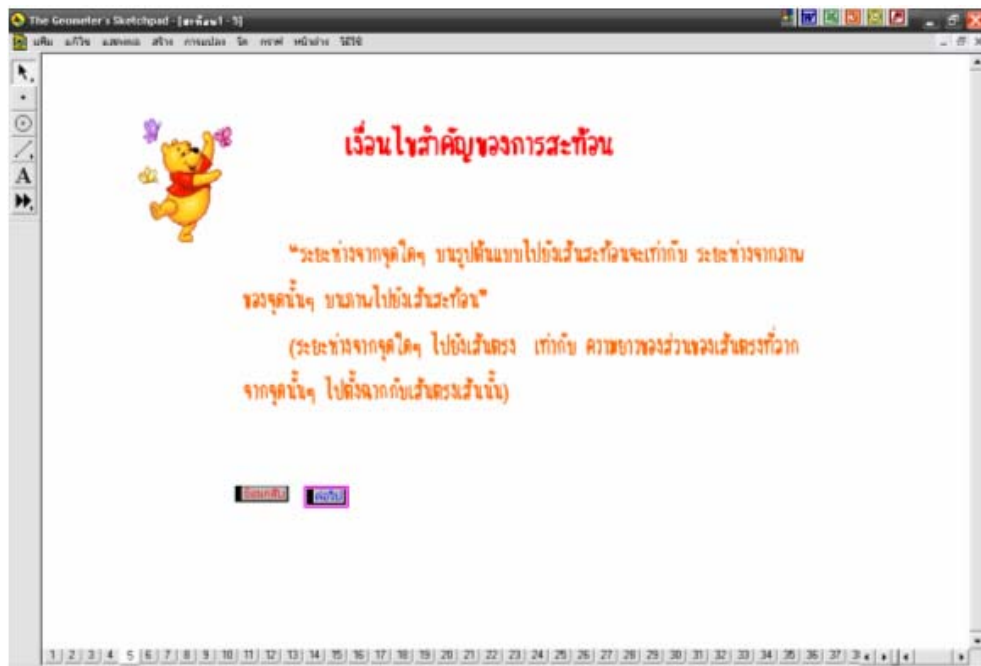
หน้า 2



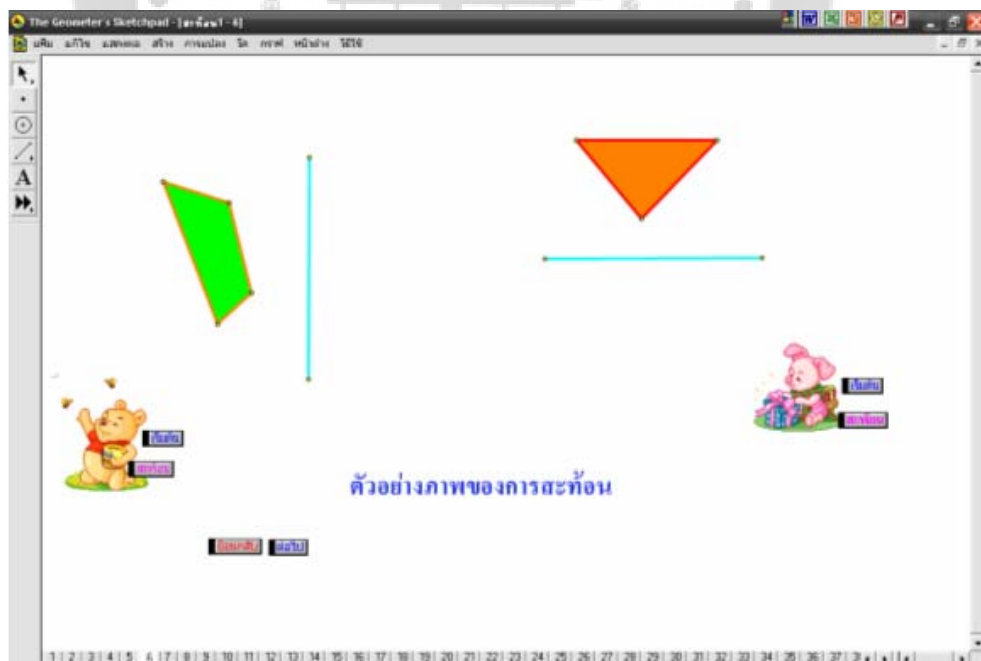
หน้า 3



หน้า 4



หน้า 5




หน้า 6

The Geometer's Sketchpad - [arnew1 - 9]

บทเรียน ตรีโกณมิติ เรื่อง สามเหลี่ยม 30 องศา หน้า 9

สรุปสมบัติการสะท้อน



1. ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดที่สมมาตรกันจะขนานกัน
2. เส้นสะท้อนแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดที่สมมาตรกัน

[ปุ่ม] [ปุ่ม]


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

หน้า 9

The Geometer's Sketchpad - [arnew1 - 10]

บทเรียน ตรีโกณมิติ เรื่อง สามเหลี่ยม 30 องศา หน้า 10

การหาเส้นสะท้อน



เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยม และภาพสะท้อนให้ เราสามารถหาเส้นสะท้อนได้โดยใช้สมบัติของเส้นสะท้อน คือ เส้นสะท้อนจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดที่สมมาตรกันระหว่างรูปสี่เหลี่ยมกับภาพสะท้อน

ดังนั้น วิธีการหาเส้นสะท้อน คือ

1. ลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดที่สมมาตรกัน 1 คู่
2. แบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง แล้วลากเส้นตรงให้ตั้งฉาก ณ จุดแบ่งครึ่งนั้น ส่วนเส้นตรงที่ได้นี้คือ เส้นสะท้อน

[ปุ่ม] [ปุ่ม]


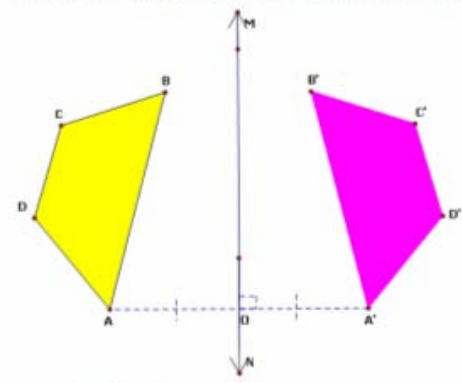
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

หน้า 10

The Geometer's Sketchpad - [ภาษาไทย] - 11

เมนู ลัดนิ้ว ลมพจนานุกรม ล้าง ล้างหน้าจอ สี ลวด ลวดร่าง เซ็ต

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าทแยงเส้นที่ รูปสี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$ เป็นภาพสะท้อนของ รูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ จงหาเส้นสะท้อน



วิธีทำ 1. ลาก AA'
2. แบ่งครึ่ง AA' ที่จุด O
3. ลาก MN ตั้งฉากกับ AA' ที่จุด O
 $ABCD$ เป็นภาพ รูปสี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

หน้า 11

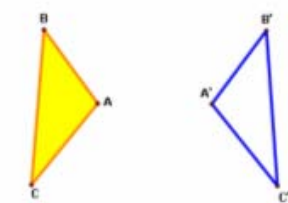
The Geometer's Sketchpad - [ภาษาไทย] - 12

เมนู ลัดนิ้ว ลมพจนานุกรม ล้าง ล้างหน้าจอ สี ลวด ลวดร่าง เซ็ต

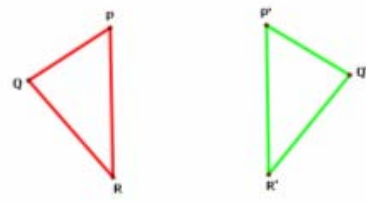
แนวฝึกหัดที่ 1

จากรูปต้นแบบและภาพสะท้อนที่ทแยงเส้นให้ จงหาเส้นสะท้อนโดยไม่ต้องอธิบายวิธีสร้าง

1. $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพสะท้อนของ $\triangle ABC$

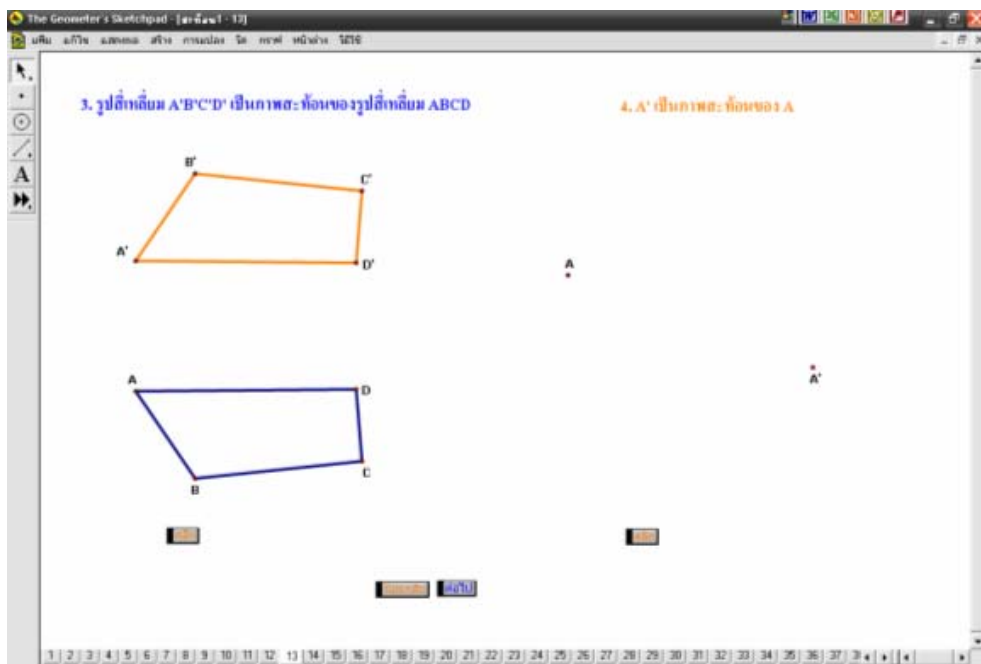


2. $\triangle P'Q'R'$ เป็นภาพสะท้อนของ $\triangle PQR$

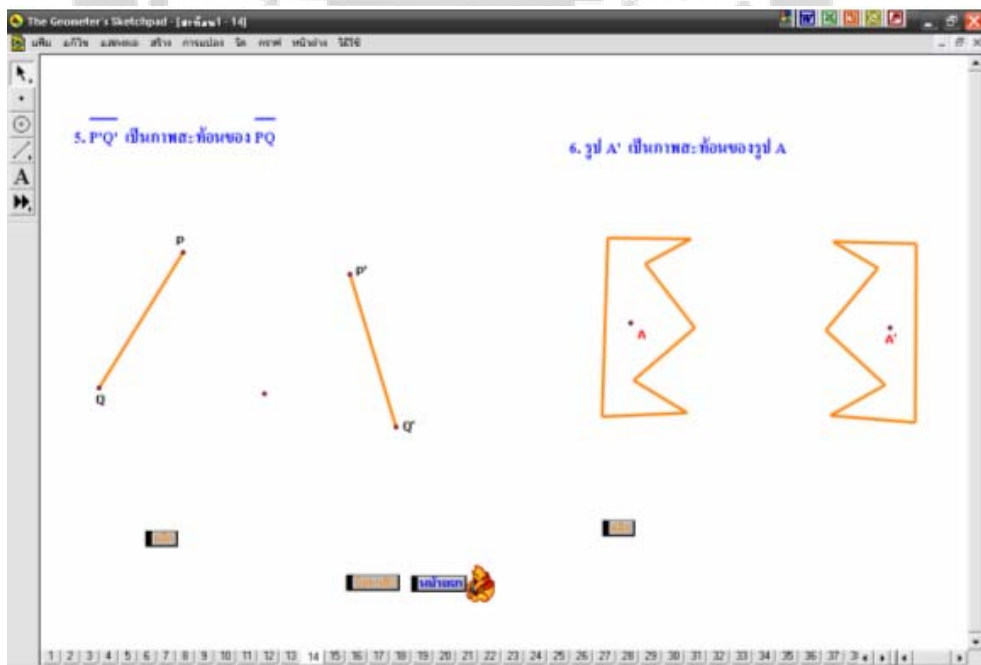


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

หน้า 12



หน้า 13



หน้า 14



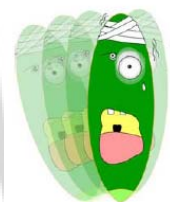
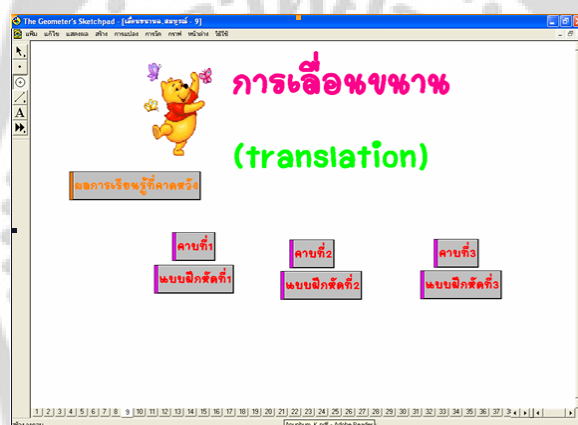
คู่มือการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนทำความเข้าใจชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนเข้าสู่ ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยปฏิบัติ
ดังนี้

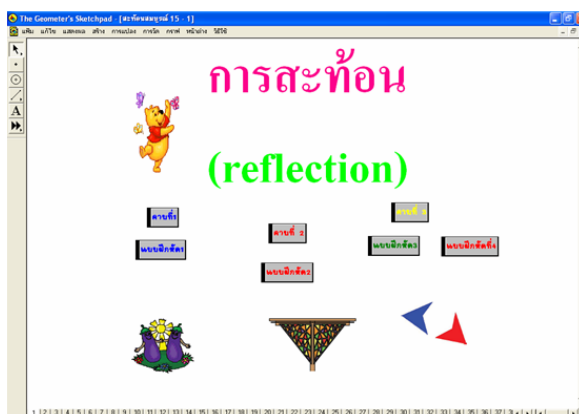
หน่วยที่ 1 เรื่อง การเลื่อนขนาน โดยการคลิก **ชุดการสอน** แล้ว **คลิกขวา**

เลือก **เปิดการเชื่อมโยงหลายมิติ** และ คลิก **OK** หน้าจอจะปรากฏ



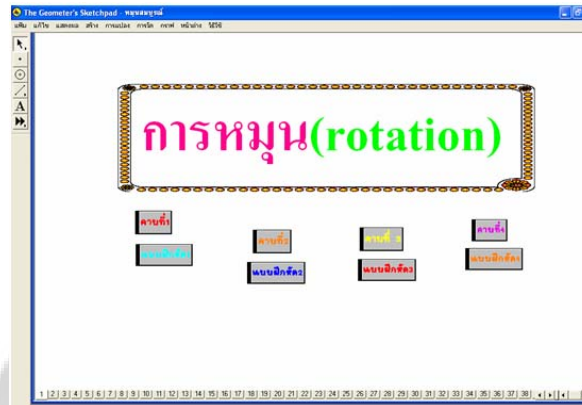
หน่วยที่ 2 เรื่อง การสะท้อน โดยการคลิก **ชุดการสอน** แล้ว **คลิกขวา**

เลือก **เปิดการเชื่อมโยงหลายมิติ** และ คลิก **OK** หน้าจอจะปรากฏ



หน่วยที่ 3 เรื่อง การหมุน โดยการคลิก [ชุดการสอน](#) แล้ว [คลิกขวา](#)

เลือก [เปิดการเชื่อมโยงหลายมิติ](#) และ คลิก [OK](#) หน้าจอจะปรากฏ



2. เมื่อนักเรียนเข้าสู่ชุดการสอนแล้ว ในส่วนของหน้าจอหลัก จะประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

2.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คือ ส่วนที่บอกให้ทราบถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.2 คาบเรียนที่ คือ ส่วนที่ให้นักเรียนเข้าไปเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

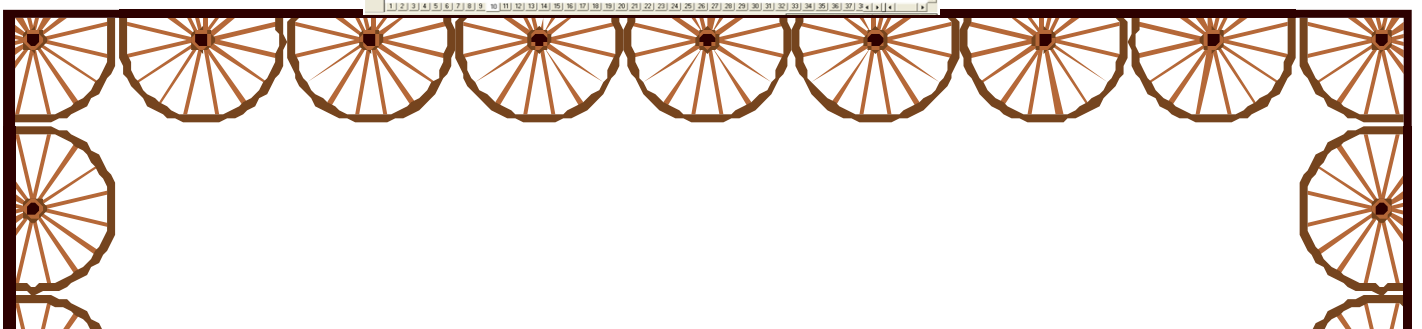
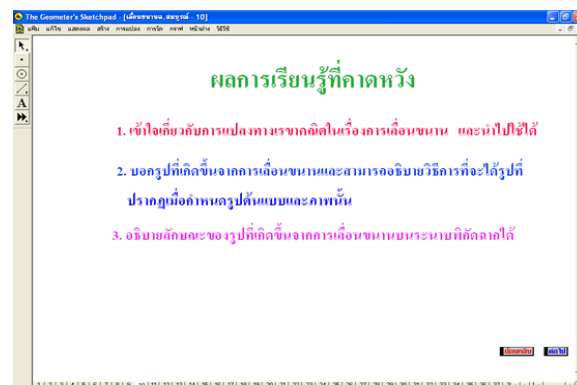
2.3 แบบฝึกหัดแต่ละคาบเรียน คือ ส่วนที่ให้นักเรียนเข้าไปฝึกทำในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.4 [ย้อนกลับ](#) คือ หน้าก่อนหน้าของชุดการสอนเรียนที่เปิดทำงาน

2.5 [ต่อไป](#) คือ หน้าก่อนหน้าของชุดการสอนเรียนที่เปิดทำงาน

2.6 [หน้าแรก](#) คือ หน้าแรกของชุดการสอนที่เปิดทำงาน

3. เมื่อนักเรียนคลิก [ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง](#) จะปรากฏ ดังนี้



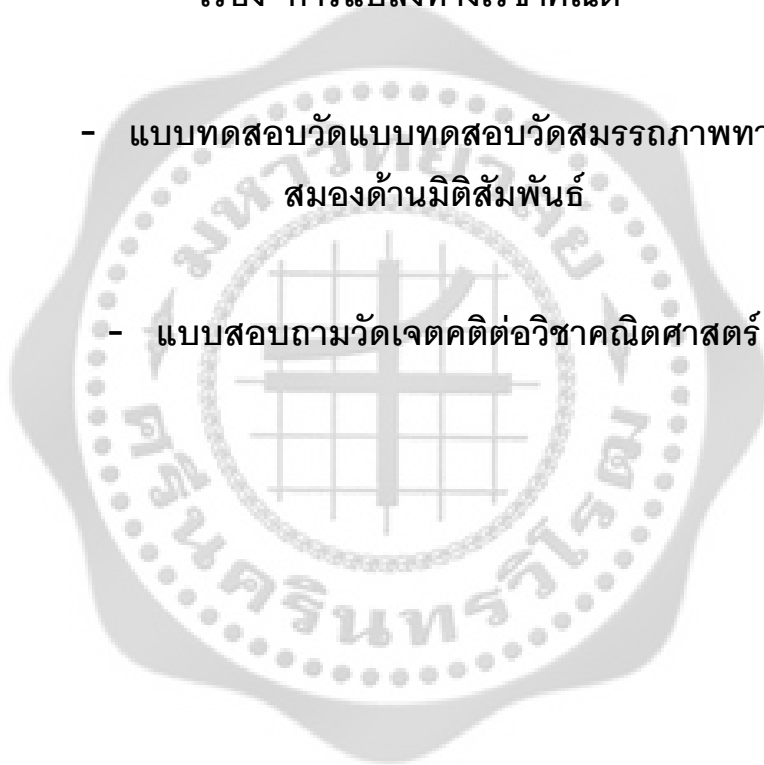
4. ชุติการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ประกอบด้วย 3 หน่วย การเรียน คือ การเลื่อนขนาน 3 คาบ การสะท้อน 3 คาบ และการหมุน 4 คาบ

5 หลังจากศึกษาชุติการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ทั้ง 3 หน่วยการเรียน ให้นักเรียนทุกทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้เวลา 50 นาที



ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
- แบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทาง
สมองด้านมิติสัมพันธ์
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์



1. ข้อใดไม่ใช่การแปลงทางเรขาคณิต

- ก. การหมุน
- ข. การสมนัยกัน
- ค. การสะท้อน
- ง. การเลื่อนขนาน

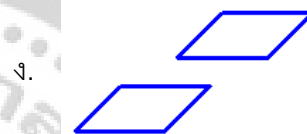
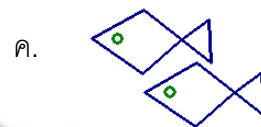
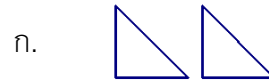
2. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของการเลื่อนขนานที่ถูกต้อง

- ก. ส่วนของเส้นตรงบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานไม่จำเป็นต้องขนานทุกคู่
- ข. สามารถเลือกรูปต้นแบบทับภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานได้สนิท แต่ต้องพลิกรูป
- ค. รูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานจะเท่ากันทุกประการ
- ง. ระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากันเสมอ

3. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของการสะท้อนที่ถูกต้อง

- ก. การเคลื่อนที่อย่างอิสระโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- ข. การเคลื่อนที่ตามแนววงกลมโดยมีจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นจุดจุดตรึงอยู่กับที่
- ค. การเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันด้วยระยะเท่าๆกันโดยมีขนาดและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. การเคลื่อนที่ข้ามเส้นตรงเส้นหนึ่งซึ่งเปรียบเสมือนกระจกเงาโดยที่ขนาดและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง

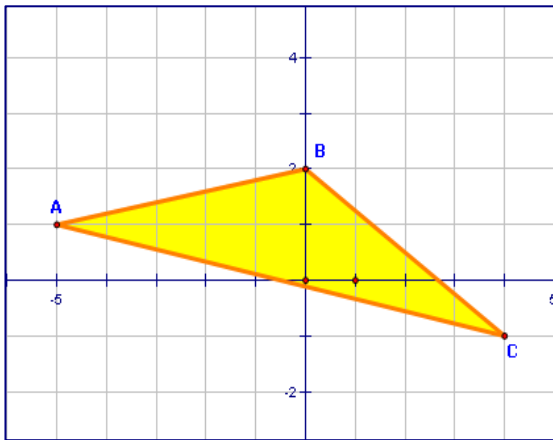
4. จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อใดไม่ใช่การเลื่อนขนาน



5. ข้อใดคือความหมายของเวกเตอร์ $\langle 4, -5 \rangle$

- ก. ระยะทางที่เลื่อนจากจุด $(0, 0)$ ไปทางขวาขนานกับแกน X 4 หน่วย และเลื่อนขนานลงมาขนานกับแกน Y 5 หน่วย
- ข. ระยะทางที่เลื่อนจากจุด $(0, 0)$ ไปทางซ้ายขนานกับแกน X 5 หน่วย และเลื่อนขนานลงมาขนานกับแกน Y 4 หน่วย
- ค. ระยะทางที่เลื่อนจากจุด $(0, 0)$ ไปทางขวาขนานกับแกน X 5 หน่วย และเลื่อนขนานขึ้นมาขนานกับแกน Y 4 หน่วย
- ง. ระยะทางที่เลื่อนจากจุด $(0, 0)$ ไปทางซ้ายขนานกับแกน X 4 หน่วย และเลื่อนขนานขึ้นมาขนานกับแกน Y 5 หน่วย

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 – 7



6. ถ้าเลื่อนขนานรูป $\triangle ABC$ ไปทางซ้าย 5 หน่วย และเลื่อนขึ้น 3 หน่วย ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(-10, 3)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(-5, -1)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(-4, 4)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(-1, 2)$

7. ถ้าเลื่อนขนานรูป $\triangle ABC$ ไปทางขวา 1 หน่วย และเลื่อนขึ้น 2 หน่วย ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(3, -4)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(1, 4)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(4, 3)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(5, -1)$

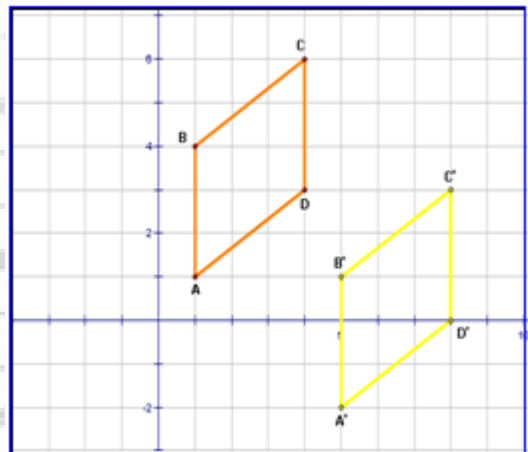
8. จุด $A(-4, 7)$ เลื่อนขนานด้วย $\langle -8, -4 \rangle$ จงหาพิกัดใหม่ของจุด A

- ก. $(-4, 3)$
- ข. $(4, 3)$
- ค. $(-12, 3)$
- ง. $(12, 3)$

9. กำหนด \overline{AB} มีพิกัด $A(1, 4)$ และ $B(-2, -3)$ เลื่อนขนาน \overline{AB} ไปทางซ้ายตามแกน X 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นตามแกน Y 4 หน่วย $\overline{A'B'}$ ซึ่งเป็นภาพจากการเลื่อนขนานจะมีพิกัดเท่าใด

- ก. $A'(-1, 8)$ และ $B'(-4, 1)$
- ข. $A'(-1, 8)$ และ $B'(-4, -1)$
- ค. $A'(1, 8)$ และ $B'(4, 1)$
- ง. $A'(1, 8)$ และ $B'(4, 1)$

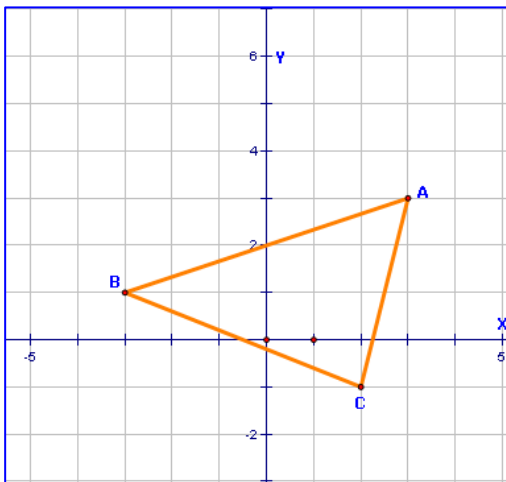
คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10



10. รูปสี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$ เกิดจากการเลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. พิกัดของ A' คือ $(5, 2)$
- ข. พิกัดของ B' คือ $(5, -1)$
- ค. พิกัดของ C' คือ $(8, 3)$
- ง. พิกัดของ D' คือ $(7, 0)$

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11 – 12



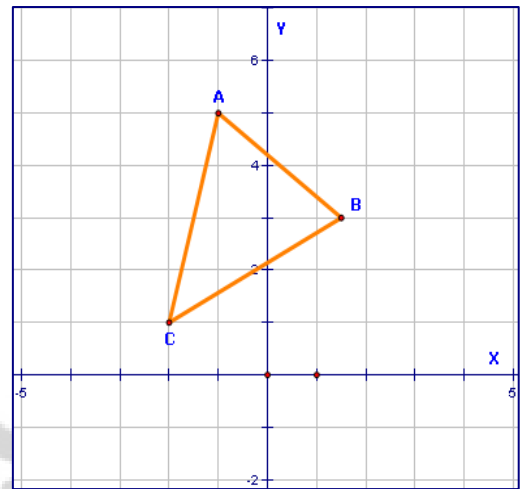
11. ถ้า $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\triangle ABC$ โดยมีแกน Y เป็นแกนสะท้อน ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(-2, 1)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(2, -1)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(-3, -1)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(-3, 3)$

12. ถ้า $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\triangle ABC$ โดยมีแกน X เป็นแกนสะท้อน ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(3, -2)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(3, 1)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(2, 1)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(-3, 3)$

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13 – 14



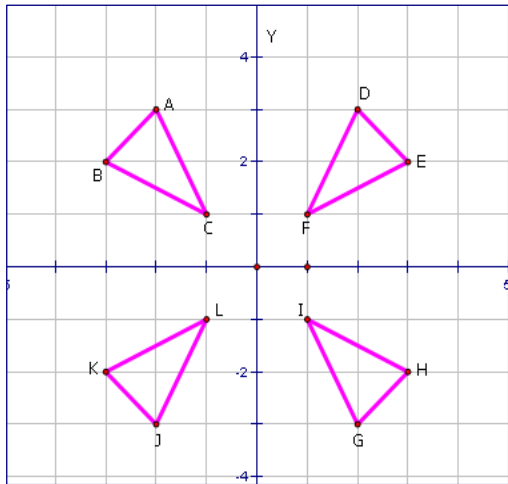
13. ให้จุด $(0, 0)$ เป็นจุดหมุน เมื่อหมุน $\triangle ABC$ ตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 90 องศา แล้วข้อใดถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(-5, -1)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(-3, -1.5)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(-1, 2)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(5, 1)$

14. ให้จุด $(0, 0)$ เป็นจุดหมุน เมื่อหมุน $\triangle ABC$ ตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 180 องศา แล้วข้อใดถูกต้อง

- ก. พิกัดใหม่ของจุด A คือ $(-1, 5)$
- ข. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(1.5, -3)$
- ค. พิกัดใหม่ของจุด C คือ $(2, -1)$
- ง. พิกัดใหม่ของจุด B คือ $(-1.5, 3)$

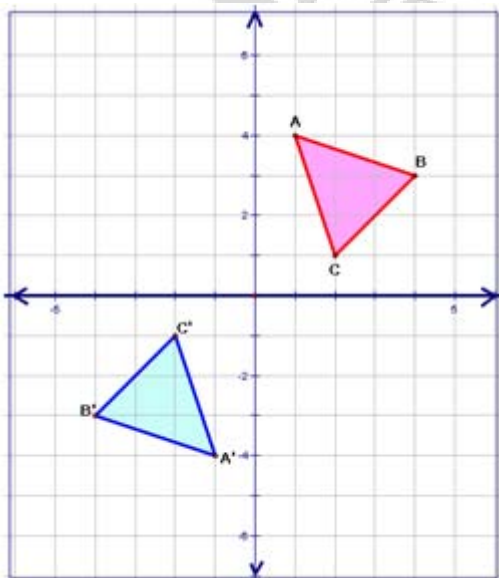
คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15



15. กำหนดให้ $\triangle DEF$ เป็นรูปต้นแบบ แล้ว $\triangle ACB$ เป็นภาพที่ได้จากการแปลงชนิดใด

- ก. สะท้อนด้วยแกน X
- ข. สะท้อนด้วยแกน Y
- ค. เลื่อนขนานไป $\langle 0, 4 \rangle$
- ง. หมุนรอบจุดกำเนิดด้วยขนาดมุม 45 องศา

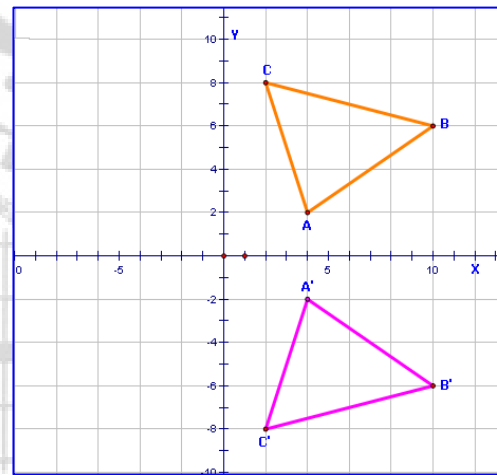
คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16



16. จากรูป $\triangle A'B'C'$ เป็นภาพที่ได้จากการหมุนรูป $\triangle ABC$ จุดหมุนอยู่ตำแหน่งใด

- ก. $(0, 0)$
- ข. $(0, 1)$
- ค. $(0, 2)$
- ง. $(0, 3)$

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17



17. จากรูปข้างล่างสมการเส้นสะท้อนคือสมการใด

- ก. $y = 0$
- ข. $x = 0$
- ค. $y = 1$
- ง. $x = 1$

18. เมื่อหมุนจุด $(-3, 0)$ ทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม

90° รอบจุด $(0, 0)$ จะได้จุดตามข้อใด

- ก. $(-3, 0)$
- ข. $(0, -3)$
- ค. $(3, 0)$
- ง. $(0, 3)$

19. จุด $A(-9, 4)$ สะท้อนด้วยแกน X แล้วพิกัดของจุด A' ซึ่งเป็นภาพจากการสะท้อนจุด A มีพิกัดเท่าไร

- ก. $(9, 4)$
- ข. $(9, -4)$
- ค. $(-9, -4)$
- ง. $(-4, -9)$

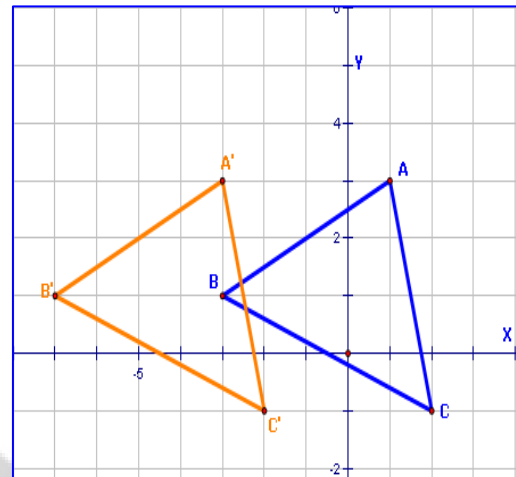
20. จุดในข้อใดต่อไปนี้เป็นจุดที่เกิดจากการสะท้อนของ $A(3, -4)$ ด้วยเส้นสะท้อน $y = 4$

- ก. $(3, 12)$
- ข. $(11, -4)$
- ค. $(12, 3)$
- ง. $(-4, 11)$

21. จุด A' ซึ่งเป็นภาพจากการสะท้อนจุด $A(1, 5)$ ข้ามแกน Y จะไปอยู่ที่ตำแหน่งใด

- ก. $(-1, -5)$
- ข. $(-1, 5)$
- ค. $(-5, -1)$
- ง. $(5, 1)$

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 22



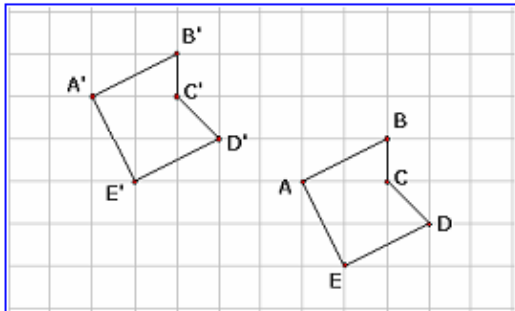
22. ภาพ $\Delta A'B'C'$ เกิดจากเวกเตอร์ในข้อใด

- ก. $\langle 4, 0 \rangle$
- ข. $\langle -4, 0 \rangle$
- ค. $\langle 0, 4 \rangle$
- ง. $\langle 0, -4 \rangle$

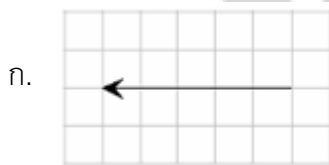
23. กำหนด $\Delta D'E'F'$ มีจุด $D'(-9, 4)$, $E'(-4, -2)$ และ $F'(-4, 2)$ เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน $\langle -2, -3 \rangle$ จงหาพิกัดของจุด D, E และ F

- ก. $D(-11, 1)$, $E(-6, -5)$, $F(-6, 1)$
- ข. $D(-7, 7)$, $E(-2, 1)$, $F(-2, 5)$
- ค. $D(11, -1)$, $E(6, 5)$, $F(6, -1)$
- ง. $D(7, -7)$, $E(2, -1)$, $F(2, -5)$

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 24



24. รูปห้าเหลี่ยม A'B'C'D'E' เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูปห้าเหลี่ยม ABCDE ข้อใดแสดงเวกเตอร์ในการเลื่อนขนานได้ถูกต้อง



25. ภาพของจุด A(-3, 5) ที่เกิดจากการหมุนรอบจุดกำเนิด ในทิศทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุม 180° แล้วเลื่อนขนาน $\langle 2, 4 \rangle$ จะมีพิกัดดังข้อใด

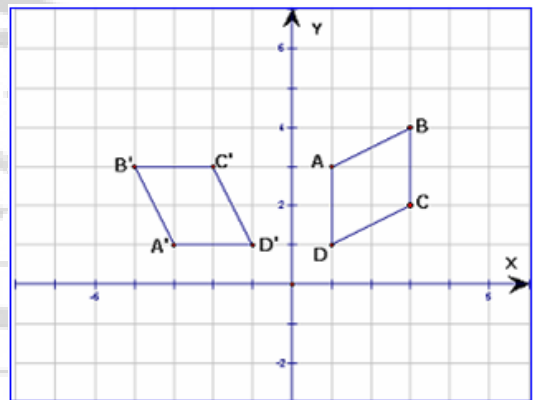
ก. (5, -1)

ข. (3, -5)

ค. (1, 5)

ง. (-1, -1)

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26



26. กำหนดให้จุดกำเนิดเป็นจุดหมุน รูปสี่เหลี่ยม A'B'C'D' เป็นภาพที่ได้จากการหมุนรูปสี่เหลี่ยม ABCD ข้อใดอธิบายทิศทางและขนาดของมุมที่ใช้ในการหมุนได้ถูกต้อง

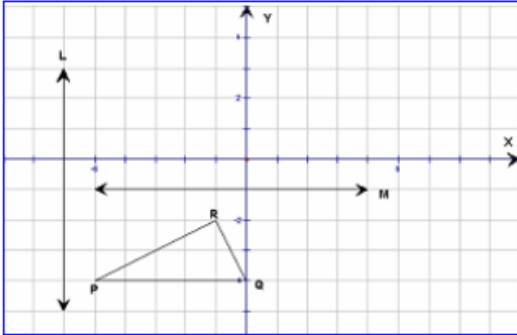
ก. หมุนทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุม 180°

ข. หมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยมุม 180°

ค. หมุนทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุม 90°

ง. หมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยมุม 90°

คำชี้แจง จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27



27. จากรูป ถ้ารูปสามเหลี่ยม $P'Q'R'$ มีพิกัด P' (5, -4), Q' (0, -4) และ R' (1, -2) เกิดจากการสะท้อนรูปสามเหลี่ยม PQR ข้อใดคือ

เส้นสะท้อน

- ก. เส้นตรง $y = 0$
- ข. เส้นตรง $x = 0$
- ค. เส้นตรง L
- ง. เส้นตรง M

28. การเปิดพัดลม ใบพัดของพัดลมจะเกิดการแปลงชนิดใด







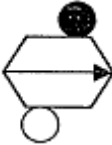


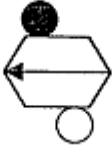


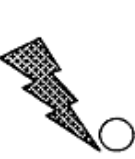






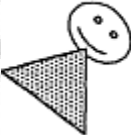

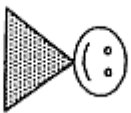
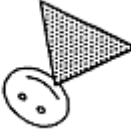
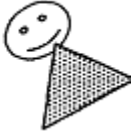















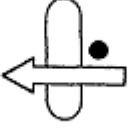


- ก. การเลื่อนขนาน
- ข. การสะท้อน
- ค. การขยาย
- ง. การหมุน

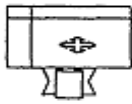


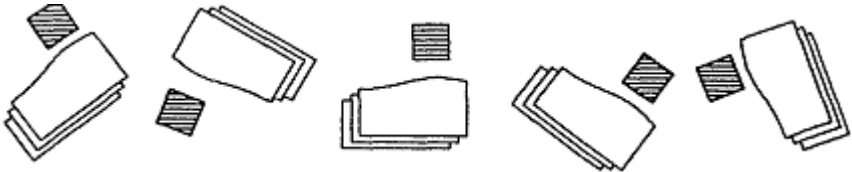


29. เหมือนผืนยีนสองกระจกหน้ากระจกเงาบานใหญ่ ภาพของเหมือนผืนในกระจกเป็นการแปลงชนิดใด

- ก. การเลื่อนขนาน
- ข. การสะท้อน
- ค. การหมุน
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.

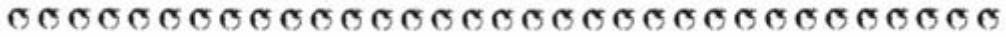
30. การแข่งขันการว่ายน้ำในสระเป็นการแปลงแบบใดเกิดขึ้น

- ก. การเลื่อนขนาน
- ข. การสะท้อน
- ค. การหมุน
- ง. การขยาย

<p>1.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>2.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>3.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>4.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>5.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>6.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>7.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>







<p>8.</p> 	 <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>9.</p> 	 <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>10.</p> 	 <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ชุดที่ 2



คำชี้แจง

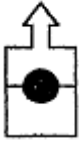
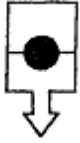


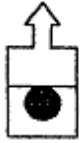

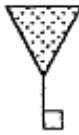

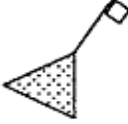


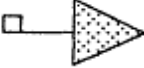
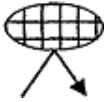




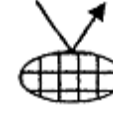









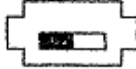

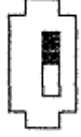
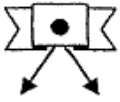
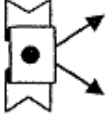
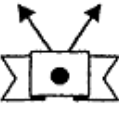


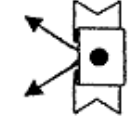
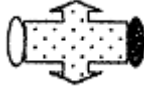





1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ 20 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้จากข้อ ก-จ ว่าภาพใดเป็นภาพที่เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปตามเข็มนาฬิกาในทิศทาง 90 องศา


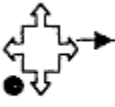
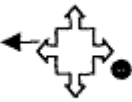


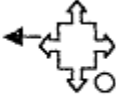












0)						
	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.	

4. การตอบให้นักเรียนตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง และ จ ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก ให้เป็นตัวเลือก ค ให้ทำดังตัวอย่าง

	ก	ข	ค	ง	จ
0)		X			X

5. ถ้านักเรียนพบข้อที่ยากเกินไปให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาค่อนย้อนกลับมาทำใหม่
6. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

<p>1.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>2.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>3.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>4.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>5.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>6.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>7.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>

<p>8.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>9.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>
<p>10.</p> 	     <p>ก, ข. ค. ง. จ.</p>

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีจำนวน 30 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่อยู่ทางขวามือของข้อความแต่ละข้อเพียงช่องเดียวที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยมีเกณฑ์ในการเลือก ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
เห็นด้วย หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมาก
ไม่แน่ใจ หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนปานกลาง
ไม่เห็นด้วย หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนน้อย
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
2	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าเรียนแล้วสบายใจ					
3	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์สำหรับการศึกษาต่อ					
4.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าเรียนแล้วสนุก					
5.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้ามีความรับผิดชอบ					
6.	คณิตศาสตร์ฝึกให้ข้าพเจ้ากล้าตัดสินใจอย่างมีเหตุผล					
7.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วเข้าใจง่าย					
8.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสุขภาพจิตดี					
9..	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้ผู้เรียนมีไหวพริบดี					
10	ข้าพเจ้าชอบทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่					
11	ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น					
12	ข้าพเจ้าภูมิใจมากเมื่อมีเพื่อนมาถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
13	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้ามีความละเอียดรอบคอบ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14	ข้าพเจ้าชอบเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ					
15	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
16	ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
17	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย					
18	ข้าพเจ้าอยากให้ชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากกว่านี้					
19	ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำมาใช้ในชีวิตจริงได้					
20	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยาก					
21	ข้าพเจ้าคิดว่าไม่จำเป็นต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
22	ข้าพเจ้าไม่มีสมาธิเมื่อต้องเรียนคณิตศาสตร์					
23	ข้าพเจ้าคิดว่าการทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์มาก ๆ จะช่วยให้เข้าใจและจำเนื้อหาได้ดีขึ้น					
24	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ง่าย					
25	ข้าพเจ้ามั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
26	คณิตศาสตร์เป็นวิชาไม่ยาก ถ้าใช้ความพยายาม					
27	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้าคิดเป็นระบบ					
28	ข้าพเจ้าชอบเข้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ					
29	ข้าพเจ้าให้ความสำคัญในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
30	ข้าพเจ้ากระตือรือร้นที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสมอ					



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดลอง ตรวจสอบความเป็นไปได้ของกิจกรรมการเรียนการสอน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ดร.รณิดา เขยชุ่ม
อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์
อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์
อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์จอมใจ ทับทองดี
ครูผู้สอนตำแหน่งวิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบชุดการสอน โดยใช้ โปรแกรม GSP และแผนการจัดการ เรียนรู้ด้วยชุดการสอนโดนั้ใช้ โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

1. อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณั้

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์จอมใจ ทับทองดี

ครูผู้สอนตำแหน่งวิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

4. อาจารย์วันเพ็ญ กสิโฬพาร

ครูผู้สอนตำแหน่งวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนถาวรานุกุล

5. อาจารย์สำราญ ผิวทองอ่อน

ครูผู้สอนตำแหน่งวิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร มณีศรีขำ

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์ดร.รณิดา เขยขุ่ม

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณั้

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

4. อาจารย์อิทธิเทพ นวาระสุจิตร

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

5. รองผู้อำนวยการวิศิษฐ์ พหลยุทธ

รองผู้อำนวยการโรงเรียนถาวรานุกุล สมุทรสงคราม



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวเยาวภา ผูกสมัคคร
 วันเดือนปีเกิด 10 มิถุนายน 2524
 สถานที่เกิด อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 26 หมู่ 8 ต.กระดังงา อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม 75120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2542 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 จากโรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย
 อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

พ.ศ.2546 การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ.2554 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
 สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ