

การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการ
เรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad
(GSP) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิด
สร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

DEVELOPMENT OF MATHEMATICS ACTIVITY THROUGH
COOPERATIVE LEARNING WITH THE GEOMETER'S
SKETCHPAD (GSP) PROGRAM TO ENCOURAGE
LEARNING ACHIEVEMENT AND CREATIVE
THINKING FOR MATHAYOMSUKSA 2
STUDENTS

นิภาพรณ สิงห์คำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย

นิภาพรณีย์ สิงห์คำ

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ภูวิภาดาวัฒน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณี ภูคุ้ม)

วันที่ 7 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อผู้วิจัย : นิภาพรณัฐ สิงห์คำ

สาขาวิชา : หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ (3) เพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเชิงดาววิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม และใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ซึ่ง ออกแบบการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้นกิจกรรมการสอน (3) ขั้นศึกษากลุ่มย่อย (4) ขั้นตรวจผลงานและทดสอบ และ (5) ขั้นสรุป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 5 เล่ม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน (3) แบบประเมินด้านทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย การ

นำเสนอและทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ และ (4) แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ One Group Pre – test Post - test Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 และการทดสอบค่าเฉลี่ย t-test แบบ pair – test และการทดสอบสัดส่วนโดยใช้ Z – Test ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ เล่มที่ 1 เรื่อง การพื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาน เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน เล่มที่ 4 เรื่อง การหมุน และเล่มที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้ รวม 5 เล่ม ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 81.60/80.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ และทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ในภาพรวมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

3. ผลการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) พบว่า นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 50 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP), ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะความคิดสร้างสรรค์

The Title : Development of Mathematics Activity Through Cooperative Learning
With the Geometer's Sketchpad (GSP) Program to Encourage Learning
Achievement And Creative Thinking For Mathayomsuksa 2 Students

The Author : Niphaphan Singkham

Program: : Curriculum and Instruction

Thesis Advisors

: Associate Professor Dr.Weerasak Chomphucome

Chairman

: Assistant Professor Dr.Phichsinee Chomphucome

Member

ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) develop mathematics learning activity packages on geometric transformation by using the cooperative learning model and the Geometer's Sketchpad (GSP) for Mathayomsuksa 2 students; 2) study the students' achievement on geometric transformation by using the cooperative learning model and the Geometer's Sketchpad (GSP) for Mathayomsuksa 2 students; and 3) investigate the students' creative thinking skill on geometric transformation by using the cooperative learning model and the Geometer's Sketchpad (GSP).

The population were Mathayomsuksa 2 students in Service Area Office 34, and the sample group was one class of the mathayomsuksa 2 students in the first semester, 2017 academic year at Chiangdaowitayakom School, selected by the cluster sampling method. The collaborative learning and the GSP model were implemented to design five steps of learning management, including 1) introduction, 2) teaching activities, 3) group study, 4) evaluation, and 5) conclusion.

The research instruments consisted of 1) five geometric transformation learning activity packages, 2) the achievement test, 3) the assessment of mathematical skills and processes including problem solving, reasoning, communication, meaning convey, presentation, and knowledge synthesis skills, and 4) the assessment of the creative thinking skill. The study used research and development for innovative education design. The learning achievement test was a one-group pre-test/post-test design. The data were analyzed for percentage, mean, standard

deviation, coefficient of variation (CV), effectiveness of learning packages (E1/E2), t-test, and z-test. The results of the research are as follows:

1. The efficiency level of eighth-grade students' mathematical learning activity packages on geometric transformation by using the cooperative learning model and the Geometer's Sketchpad (GSP) was 81.60/80.34 which was higher than the pre-determined criterion of 75/75.

2. The posttest learning achievement on geometric transformation by using the cooperative learning model and the Geometer's Sketchpad (GSP) revealed that the knowledge after learning was higher at the 0.01 significance level. The students' mathematical skills and processes including problem solving, reasoning, communication, meaning convey, presentation, and knowledge synthesis skills were at a good level.

3. The assessment results of creative thinking skills for mathematics on geometric transformation by using the cooperative learning and the Geometer's Sketchpad (GSP) revealed that at least 50 % of students had creative thinking skills at a good level with the of 0.01 significance level.

Keywords: Mathematics Learning Activity Packages, the Cooperative Learning Model and the Geometer's Sketchpad (GSP), Learning Achievement, Creative Thinking Skills

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. เสาวภา ปัญจจริยกุล ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไขเค้าโครงวิทยานิพนธ์และขอกราบขอบพระคุณ คุณครูสุรศักดิ์ ไชยมงคล ที่แนะนำการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ขอขอบพระคุณ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนการวิจัยในเรื่องของสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการทำวิจัยและสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประโยชน์อันพึงได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ขอให้เป็นกตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนผู้เขียนหนังสือและบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนสามารถทำให้วิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีและเป็นตัวอย่างการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

นิภาพรรณ สิงห์คำ

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

การปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยในยุคปัจจุบันมีความหลากหลายสาเหตุ ซึ่งหนึ่งในนั้น การเกิดจากปัจจัยพื้นฐานคือกระแสโลกาภิวัตน์และความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้โลกเต็มไปด้วยข่าวสารข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม เพราะกระแสโลกาภิวัตน์และวิกฤติเศรษฐกิจ ทำให้การเปิดเสรีทางการค้าก่อให้เกิดภาวะการปรับตัวไม่ทันทางสังคม ปัจจุบันวิถีชีวิตของคนไทยเปลี่ยนแปลงไปมากจากอิทธิพลของกระแสโลกาภิวัตน์ในอนาคตบุคคลสามารถแสวงหาแนวทางและค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากสถานการณ์จริงในสังคม ผลกระทบดังกล่าวทำให้จำเป็นต้องปฏิรูปการศึกษา โดยเฉพาะด้านการศึกษานew ที่สอดคล้องกับกระแสโลกาภิวัตน์ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยวิธีใดก็ได้ จะต้องมีความหลากหลายและสามารถยืดหยุ่นได้ เนื่องจากกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคมยุคโลกาภิวัตน์ การศึกษายุคใหม่จะต้องพัฒนาคนให้มีความสามารถใช้ข้อมูลข่าวสารและทันต่อยุคแห่งเทคโนโลยี โดยสามารถนำมาพัฒนาเป็นกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้ สำนักงานปฏิรูปการศึกษาไทย (2545, น.1-2) กล่าวว่า iva การศึกษาต้องเตรียมคนให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับเศรษฐกิจยุคโลกาภิวัตน์ สามารถควบคุมภาวะวิกฤตเศรษฐกิจได้ การศึกษาจะต้องมีเป้าหมายหลักในการสร้างบุคคลแห่งการเรียนรู้ เพื่อก่อให้เกิดองค์กรและสังคมแห่งการเรียนรู้ที่จะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการ พัฒนาและยกระดับการศึกษาของประเทศให้สามารถเข้าสู่การแข่งขันกับนานาชาติได้

โดยเป้าหมายหลักของการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทย ตามมาตรา 4 ได้กล่าวว่า การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2553, น.2) การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทางการศึกษาต้องอาศัยครูผู้สอนที่มีทักษะ

ในการจัดการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์สูง โดยเฉพาะในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะแห่งอนาคตใหม่ที่ครูควรมีทักษะและคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพเพื่อจะสร้างนวัตกรรมบริหารจัดการชั้นเรียนแนวใหม่ ในอันที่จะพัฒนาผู้เรียนที่เยาวชนในยุคใหม่ได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน สอดคล้องหลักการจัดการศึกษาตาม มาตรา 22 ที่ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

การจัดการศึกษาในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงจากเดิม กล่าวคือ เปลี่ยนจากการเรียนการสอนแบบที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางและใช้การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ เปลี่ยนเป็นการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและใช้การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) มากขึ้น (สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม, 2554, 1-2) และจากนโยบายหลักในขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาในรูปแบบกระบวนการเรียนรู้ใหม่ คือ นโยบายพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาต่างประเทศอื่น และเทคโนโลยีสารสนเทศ นโยบายการปรับหลักสูตร การเรียนการสอนเน้นกิจกรรมมากขึ้น นโยบายส่งเสริมการสอนแบบใหม่โดยใช้วิจัย โครงการ และกิจกรรมการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 สถานการณ์โลกมีความแตกต่างจากศตวรรษที่ 20 และ 19 ระบบการศึกษาต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริง ดังหัวเรื่อง "ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21" ทำให้ในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 มองเห็นความจำเป็นที่เด็กและเยาวชนจะต้องมีทักษะสำหรับการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนไป จึงได้มีวิสัยทัศน์และกรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ขึ้น ซึ่งสามารถสรุปทักษะสำคัญให้เด็กและเยาวชนเกิดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมการเรียนรู้ มีองค์ประกอบดังนี้ ได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และคณิตศาสตร์ (Arithmetic) รวมถึงการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking), การสื่อสาร (Communication), การร่วมมือ (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น.1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลาย ๆ ด้าน เนื่องจากความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยและ

ตอบสนองความต้องการในสังคมโลก ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการเรียนคณิตศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าวิชาอื่น ๆ โดยมุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตามศักยภาพ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศกลับพบว่า เรายังอยู่ในอันดับท้าย ๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะเรายังให้ความสำคัญน้อยเกินไป ปัจจุบันเรามีคนเก่งคณิตศาสตร์ตามธรรมชาติเพียงประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น ขณะที่ประเทศชั้นนำของโลกให้ความสำคัญต่อคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เช่น ไต้หวันหรือสิงคโปร์ จนสามารถพัฒนาเด็กให้เก่งคณิตศาสตร์ได้ถึง ร้อยละ 40 ดังนั้น อัมพร ม้าคนอง (2546, น. 1) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จึงเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระแสการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง

แต่ปัจจุบันถ้าถามเด็ก ๆ ส่วนใหญ่ถึงเหตุผลที่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ จะพบว่ามีหลายสาเหตุ บางคนไม่ชอบ เพราะรู้สึกว่ายากเกินไป บางคนไม่ชอบคิด บางคนไม่ชอบทำแบบฝึกหัด บางคนไม่ชอบเพราะครูสอนไม่เข้าใจ ครูสอนไม่สนุก ครูดุ จู้จี้ขี้บ่น ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องสำรวจเพื่อให้ทราบว่าเด็กไม่ชอบคณิตศาสตร์เพราะอะไร พร้อมทั้งช่วยกันหาทางแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนหันมาสนใจคณิตศาสตร์กันมากขึ้น และปัญหาสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อีกด้านหนึ่ง คือ ครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลงและจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด ดังนั้น การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์จึงควรมีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดในบริบทใด

การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีหลักสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงคือ 1) ความต้องการและสนใจของผู้เรียน (Learner's Needs & Interests) เป็นสำคัญ 2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม (Participation) ในการเรียนรู้ให้มากที่สุด 3) เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง (Constructionism) 4) เป็นการพึ่งพาตนเอง (Autonomy) 5) เน้นการประเมินตนเอง (Self-Evaluation) 6) เน้นความร่วมมือ (Cooperation) ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีทักษะเน้นความร่วมมือซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่เราใช้ก็คือการเรียนรู้แบบร่วมมือในรูปแบบต่าง ๆ เน้นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ซึ่งอาจจัดได้ทั้งในรูปแบบเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ, 2554, น. 1-2)

การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนที่ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยการเน้นผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ซึ่งมีความสามารถในการเรียนต่างกัน สมาชิกจะได้รับมอบหมายหน้าที่ทุกคน และยึดหลักว่าความสำเร็จของตนเองคือความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นในการทำงานจะต้องมีการให้กำลังใจกันอาจเป็นคำชมเชย รางวัล เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทำงานให้ดีที่สุด เพื่อผลสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการปรับพฤติกรรม ซึ่งทิสนา เขมมณี (2555, น. 98-106) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม นักการศึกษาที่สำคัญที่เผยแพร่แนวคิดของการเรียนรู้แบบนี้

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน 1) ด้านการวางแผนจัดการเรียนการสอน กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ 2) ด้านการสอน อธิบายคำชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจให้ตรงกัน 3) ด้านการควบคุมกำกับและการช่วยเหลือกลุ่ม และ 4) ด้านการประเมินผลและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิศมัย ศรีอำไพ (ม.ป.ป., น. 40 – 41) ได้พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรสาเหตุเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู ไม่ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนไม่ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ไม่ได้พัฒนาทักษะทางสังคม นักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในกระบวนการคิด ขาดการแก้ปัญหา ขาดการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ ไม่มีปฏิสัมพันธ์หรือสื่อสารกันในขณะการเรียนการสอนกำลังดำเนินการอยู่ ขาดการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่มีคุณภาพในสังคม รวมถึงตระหนักถึงคุณค่าในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตจึงมีปัญหาคิดขึ้นมีผลกระทบต่อหลายด้าน ตามที่กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 10) ได้บรรจุไว้ในหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ซึ่งประกอบไปด้วย 6 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากสาระที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสาระเรขาคณิตเป็นพื้นฐานหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น ซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนไว้ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและ สามมิติได้ และมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้ จากปัญหาดังกล่าวจึงมีจำเป็นและสนใจในการพัฒนาสาระเรขาคณิตที่หลักสูตร ฯ ได้กำหนดไว้

ดังนั้นสาระเรขาคณิต เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทในการฝึกทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแก้ปัญหาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและ

ชีวิตประจำวันและเป็นการช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีเหตุผล ทำงานเป็นระบบ มีขั้นตอน ลักษณะโจทย์บางรูปแบบยังช่วยพัฒนาความสามารถด้านการสำรวจเพื่อค้นพบ การตั้งข้อคาดเดา การสืบเสาะหาเหตุผลสนับสนุน ข้อคาดเดา ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในที่สุด (พรปวีณ์ ตาลจริง, 2556, น. 4)

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็น โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่มีศักยภาพโปรแกรมหนึ่งซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้นำเข้ามาเผยแพร่เพื่อยกระดับการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นเป็นสื่อการสอน เพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เกิดความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมในการสร้างสรรค์ การสำรวจการวิเคราะห์พิสูจน์แนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ เสรี สุขโยธิน (2556, น. 9) กล่าวว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็น โปรแกรมที่ดีมาก โปรแกรมหนึ่ง ซึ่งนำศึกษาเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากสร้างสรรค์ผลงานที่สวยงามได้แล้ว ยังเป็นโปรแกรมที่สร้างเสริมเพิ่มพลังสมอง เพราะสามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เห็นจริง ทำให้คณิตศาสตร์สนุกและไม่น่าเบื่อ ดังนั้นโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็น โปรแกรมที่พัฒนาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ทันสมัยและใช้เทคโนโลยีมาช่วยเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ และในปัจจุบันเริ่มมีการแข่งขันการสร้างสรรค์ผลงานด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีทุกระดับชั้น เพื่อกระตุ้นให้สถานศึกษาต่าง ๆ ตลอดจนผู้เรียนได้ค้นเคย ทดลองใช้กับโปรแกรมนี้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) จึงเริ่มเป็นที่น่าสนใจอย่างจริงจัง

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม คือ ผู้เรียนไม่รู้อย่างจะนำความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร จึงไม่ตั้งใจเรียน ไม่มีความสนใจแสวงหาความรู้ ไม่เห็นความจำเป็นในการใฝ่ศึกษา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำลงมาและยังส่งผลให้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับสถานศึกษาเพราะจากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติดัชนีพื้นฐาน (O – NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 - 2558 มีผลการทดสอบในรายวิชาคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน 26.81 และ 29.79 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในระดับประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ย 29.65 และ 32.40 โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ ค.3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้ รวมถึงจากการศึกษาสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม ยังพบปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านผู้เรียน ด้านการจัดกิจกรรม ด้านสาระการเรียนรู้ โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งมีเนื้อหาที่ผู้เรียนเข้าใจยาก แต่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การออกแบบขวดลายผลิตภัณฑ์ การนำไปประยุกต์ใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เป็นต้น จึงมีความสนใจและต้องการแก้ปัญหา

นี้โดยการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควบคู่กับโปรแกรม GSP และพัฒนาผู้เรียนได้เรียนรู้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยเห็นความสำคัญที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ที่มีต่อมาการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP มาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สูงขึ้นได้และพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ที่เหมาะสม ควรมีลักษณะเป็นอย่างไร
2. เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP แล้วนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นอย่างไร
3. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

เป็นประโยชน์ทางด้านวิชาการซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีขอบเขตเนื้อหา ดังนี้

1.1 การแปลงทางเรขาคณิต ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการให้ความหมายของการแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การทดสอบเฉลลชัน

1.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ ครอบคลุมเนื้อหาการจัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ เทคนิคการประสบความสำเร็จเป็นทีม (Student Teams – Achievement Divisions) เทคนิคจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (Team accelerated instruction) เทคนิควิธีการติดต่อกภาพ (Jigsaw) เทคนิคคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) เป็นต้น

1.3 โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการนำไปประยุกต์ใช้ทางเรขาคณิต การออกแบบรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ การออกแบบลวดลายต่าง ๆ การวาดรูปเรขาคณิตโดยโปรแกรมสำเร็จรูป รวมถึงการใช้เทคโนโลยีมาพัฒนาการเรียนการสอน ที่ทันสมัย เป็นสื่อนวัตกรรมที่มีความก้าวหน้า

1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมในด้านความรู้ คือ แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และด้านกระบวนการ คือ แบบทดสอบแบบอัตนัย

1.5 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ครอบคลุมในด้านทักษะการคิดคล่องแคล่ว การคิดละเอียดลออ การคิดริเริ่ม

2. ขอบเขตด้านประชากร

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

3. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่โปรแกรม GSP

3.2 ตัวแปรตาม คือ

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

2) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการทดลองชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 5 เล่ม ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง ใช้สำหรับทำการแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 5 เล่ม แต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบตรวจสอบความรู้ ทักษะและแบบฝึกทักษะ ใบเฉลยแบบตรวจสอบความรู้และทักษะ ใบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม และการประเมินผลซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน มีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งมีใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ แบบร่วมมือ คือ เทคนิคการประสบความสำเร็จเป็นทีม (Student Teams – Achievement Divisions) เทคนิคจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (Team Accelerated Instruction) เทคนิควิธีการติดต่อกภาพ (Jigsaw) เทคนิคการคิดเดี่ยว คิดคู่ร่วมกันคิด (Think Pair Share) กำหนดลำดับขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมและนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ขั้นตรวจผลงานและทดสอบ และขั้นสรุปบทเรียน ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือสามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ซึ่งการแปลงทางเรขาคณิตประกอบไปด้วยการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนและการย่อ/ขยาย

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากผลการประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ ซึ่งได้จากแบบทดสอบแบบปรนัย และด้านทักษะกระบวนการ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ได้จากแบบทดสอบแบบอัตนัย นอกจากนี้ยังได้ประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน จากใบกิจกรรม

ใบตรวจสอบความรู้ และชิ้นงานโดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ทักษะ ในการคิดคล่องแคล่ว การคิดละเอียดลออ การคิดริเริ่ม ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตควบคู่กับโปรแกรม GSP โดยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนอย่างน้อย ร้อยละ 50 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

2.1.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

2.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.2.2 หลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.3 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.3 องค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.4 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.6 ข้อจำกัดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.7 การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.4.1 ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.4.2 แนวคิดทฤษฎีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.4.3 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ

- 2.4.4 ผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.4.5 ประเภทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.4.6 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน
- 2.4.7 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.4.8 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.4.9 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.5 โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)
 - 2.5.1 ความเป็นมาของโปรแกรม GSP
 - 2.5.2 ความสามารถของโปรแกรม GSP
 - 2.5.3 การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP
 - 2.5.4 ประโยชน์ของโปรแกรม GSP ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- 2.6 ทักษะความคิดสร้างสรรค์
 - 2.6.1 ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์
 - 2.6.2 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการวัดความคิดสร้างสรรค์
 - 2.6.3 หลักสูตรกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
- 2.7 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.7.1 ความหมายและความสำคัญของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
 - 2.7.2 หลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.7.3 การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง
 - 2.7.4 ความเข้าใจเกี่ยวกับรูบริกส์
- 2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)**

ความสำคัญของคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 48-49)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้เกิดการค้นคว้าแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

พีชคณิต : แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 47)

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3)

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถ

ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอกและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและเส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลมหรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.1 ใช้การนิยาม (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล ความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับสาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐานการเรียนรู้ ค 3.2 และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการ วิธีการทางเรขาคณิตและมีบทบาทในการฝึกทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เป็นการช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีเหตุผล ทำงานเป็นระบบมีขั้นตอน ลักษณะโจทย์บางรูปแบบยังช่วยพัฒนาความสามารถด้านการสำรวจเพื่อค้นพบ การตั้งข้อคาดเดา การสืบเสาะหาเหตุผลสนับสนุนข้อคาดเดา ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

หลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2552, น. 48-73) กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น มักมีการใช้ทฤษฎีหลักการที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาทฤษฎีหลักการเหล่านั้น จึงมีความสำคัญและมีผลต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งทฤษฎีที่ครูควรรู้และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development Theory) ของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ (Piaget) ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีการพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสรุปได้ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ ตามลำดับขั้น คือ

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0 – 2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยัง無法เข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งแต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิด

รวบยอด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 4 ปี และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเองเป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4 – 7 ปี

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operation Period) เป็นขั้นการพัฒนาในช่วงอายุ 11 – 15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญา มี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การซึมซับหรือการดูดซึมเป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์เรื่องราวและข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบเป็นกระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุลเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences)

ทฤษฎีพหุปัญญาถูกค้นพบเมื่อ โฮวาร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) นักจิตวิทยาพัฒนาการและศาสตราจารย์ของ Harvard University วิจัยเกี่ยวกับสมอง เขาได้พบข้อสรุปว่า คนเราเกิดมาพร้อมกับเชาวน์ปัญญา (Intelligence) อย่างน้อย 7 ด้าน แต่ละด้านมีความสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของสมอง ทำงานเชื่อมโยงกัน อาศัยกันและกัน และอาจทำงานแยกกันได้เมื่อจำเป็น เชาวน์ปัญญาเหล่านี้พัฒนาได้ถ้ามีสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง เช่น มีการสอนที่ดีเยี่ยม มีแรงจูงใจสูง คนเรามีเชาวน์ปัญญาแต่ละด้านไม่เท่ากัน ด้านที่มีมากช่วยให้ประสบความสำเร็จด้านนั้นได้ง่าย

ทฤษฎีพหุปัญญาปรากฏเป็นครั้งแรกในหนังสือชื่อ Frames of Mind : The Theory of Multiple Intelligences (1983) ขณะนั้นมีเชาวน์ปัญญาเพียง 7 ด้าน ภายหลัง Gardner ทำวิจัยต่อมาจนถึงปัจจุบันนี้ จึงพบเชาวน์ปัญญา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ด้านภาษา (Linguistic Intelligence) เป็นความสามารถในการใช้ภาษาทั้งการพูดและการเขียน มีทักษะการฟัง ชอบเรียนรู้ด้วยการฟัง การจดบันทึกและชอบการวัดผลที่เป็นข้อเขียน มีความจำดี สามารถจำชื่อ สถานที่ วันที่และเรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ
2. ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย รวมทั้งสามารถจัดการรูปแบบและความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรม มีทักษะการแก้ปัญหา มีเหตุผล ใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) เป็นความสามารถในการสร้างรูปแบบในสมอง มักคิดเป็นภาพ และเรียนรู้ได้ดีจากการนำเสนอเป็นภาพ
4. ด้านดนตรี (Musical Intelligence) เป็นความสามารถที่มีความไวต่อเสียง สิ่งแวดล้อม และดนตรี จำทำนอง จังหวะได้แม่นยำ แยกเสียงเครื่องดนตรีได้เก่ง ชอบร้องเพลง ฝึปากหรือฮัมเพลง เวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ
5. ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ (Bodyily - Kinesthetic Intelligence) เป็นความสามารถที่ใช้ร่างกายทำสิ่งต่าง ๆ หรือแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก ชอบทำกิจกรรมที่ใช้ร่างกาย ใช้ตาและมือประสานกัน ไม่อยู่กับที่ แสดงท่าทางและสัมผัสสิ่งต่าง ๆ มีทักษะการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และมัดย่อย ชอบกีฬาทุกประเภท
6. ด้านการเข้าใจผู้อื่น (Musical Intelligence) มีความสามารถในการตระหนักรู้ในตนเองได้ดี
7. ด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) มีความสามารถในการเข้ากับผู้อื่นได้ดี
8. ด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence) มีความสามารถในการเข้าใจธรรมชาติได้ดี

ทฤษฎีการเชื่อมโยงความคิด (Apperception) ของแอร์บาร์ต (Herbart)

การเชื่อมโยงความคิดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญมากเพราะผู้เรียนนำความรู้เดิมที่เคยได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและข้อสรุปแอร์บาร์ต เชื่อว่า การเรียนรู้มี 3 ระดับ คือ ขั้นการเรียนรู้โดยประสาทสัมผัส (Sense Activity) ขั้นการจำความคิดเดิม (Memory Characterized) และขั้นการเกิดความคิดรวบยอดและความเข้าใจ (Conceptual Thinking or Understanding) การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่บุคคลได้รับประสบการณ์ผ่านทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 และสั่งสมประสบการณ์หรือความรู้เหล่านี้ไว้ การเรียนรู้นี้จะขยายขอบเขตออกไปเรื่อย ๆ เมื่อบุคคลได้รับประสบการณ์ หรือความรู้เพิ่มขึ้น โดยผ่านกระบวนการเชื่อมโยงและการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน (Apperception)

แฮร์บาร์ต เชื่อว่า การสอนควรเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเสียก่อนแล้ว จึงเสนอความรู้ใหม่ ต่อไปควรจะช่วยให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนได้ข้อสรุปที่ต้องการแล้วจึงให้ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ

ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Classical Connectionism)

ธอร์นไดค์ (Thorndike's) เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์สรุปได้ดังนี้

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกาย และจิตใจ
2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้
3. กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้
4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่อยากจะเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอเรนต์ (Operant Conditioning) ของสกินเนอร์

สกินเนอร์ (Skinner) ได้ทำการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปเป็นกฎการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรง แนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปในที่สุด
2. การเสริมแรงที่แปรเปลี่ยนไปทำให้การตอบสนองคงทนกว่าการเสริมแรงที่ตายตัว
3. การลงโทษทำให้เรียนรู้ได้เร็วและลืมเร็ว
4. การให้แรงเสริมหรือรางวัล เมื่ออินทรีย์กระทำพฤติกรรมที่ต้องการ สามารถช่วยปรับหรือปลูกฝังนิสัยที่ต้องการได้

หลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม (2552, น. 18-21) กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีหลักการดังนี้

1. สอนด้วยเนื้อหาที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปหาสิ่งที่ยาก จากรูปธรรมไปนามธรรม สอนให้ผู้เรียนรู้จริงเห็นจริง สอนตรงตามเนื้อหา สอนมีเหตุผล สอนครบตามเนื้อหาโดยเป็นไปตามลำดับ

2. สอนโดยวิธีสอนที่เหมาะสมแก่แต่ละคน ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต้องปรับปรุงแบบการสอนอยู่เสมอ โดยคำนึงถึงความพร้อมและวุฒิภาวะของผู้เรียนเป็นหลัก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และได้ปฏิบัติด้วยตนเอง

3. สอนโดยมีวิธีการสอนที่เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแวดล้อม

4. ปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์และผู้เรียน

5. ใช้สื่อการสอน ยกตัวอย่างประกอบการสอน มีความยืดหยุ่น มีการให้รางวัลนักเรียน และมีการลงโทษเมื่อนักเรียนทำผิดตามสมควร

6. มีกลวิธีเทคนิคการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลิน กระตุ้นความจำและเกิดความรู้สึกสนุกสนานในการเรียน

ทฤษฎีและหลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่าการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความพร้อมและความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และเลือกใช้เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมและหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยจะต้องเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม และเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอด ได้ฝึกฝนหรือกระทำบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนการสอนหรือชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมที่ได้พัฒนามาจากวิธีการเรียนการสอนหลาย ๆ ระบบมาประสมประสานกันให้กลมกลืนกันได้อย่างพอเหมาะ นับตั้งแต่การเรียนรู้ด้วยตนเอง การร่วมกิจกรรมกลุ่ม การใช้สื่อในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่ละน้อย มีโอกาสคิดใคร่ครวญ มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น ได้ลงมือปฏิบัติจริงและผู้เรียนมีโอกาสภาคภูมิใจในความสำเร็จ (เกริกและจินตนา ท่วมกลาง, 2555, น. 122)

ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2543, น. 30) กล่าวว่า ชุดการสอนคือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและจัดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวได้รับการรวบรวมไว้เป็นระเบียบในกล่องเพื่อเตรียมไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2551, น. 51) กล่าวว่า การจัดเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม (Multi – media) เป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 435) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง กระบวนการสอนแบบโปรแกรมชนิดหนึ่ง อาศัยระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553, น. 14) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง รูปแบบการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบ ชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

เกริกและจินตนา ท่วมกลาง (2555, น. 122) กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบสื่อประสมที่ผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบ มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเองทั้งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินผลการเรียนรู้ คำแนะนำที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน มารวบรวมเป็นชุด เพื่อสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและง่ายต่อการจัดกิจกรรมการสอนของครู เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นรูปแบบสื่อประสมที่ผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ประกอบการสอนของครูผู้สอน และใช้สื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอน เพื่อสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและง่ายต่อการจัดกิจกรรมการสอนของครู และช่วยเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอนหรือชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุลและอรพรรณ ดันบรรจง (2531, น. 181) กล่าวว่า แบ่งชุดการเรียนการสอน ออกเป็น 4 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู ครูใช้เครื่องมือประกอบการสอน ซึ่งใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือนักเรียนทั้งชั้น ชุดการเรียนการสอนนี้ประกอบด้วยคู่มือครู และสื่อการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนประเภทนี้มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้บ้าง ขึ้นอยู่กับเทคนิคและวิธีสอนของครู
2. ชุดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ หรือชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง
3. ชุดการเรียนการสอนที่ใช้กับศูนย์การเรียน เป็นชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้เลือกเรียนอย่างอิสระ โดยเวียนศึกษาไปตามศูนย์ต่าง ๆ จนครบ
4. ชุดการเรียนการสอนแบบผสม เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดกิจกรรมไว้หลายอย่าง เพื่อให้ครูเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2543, น. 30) กล่าวว่าชุดการสอน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. ชุดการสอนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตน (Self - Instruction Package) ประกอบด้วย บทเรียนสำเร็จรูป แบบประเมินผลและวัสดุอุปกรณ์การเรียน
2. ชุดการสอนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งจะจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมเป็นกลุ่มตามคำสั่งที่ปรากฏอยู่ในบัตรคำ โดยจัดเป็นลักษณะศูนย์การเรียน (Learning Center)
3. ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายของครู (Instruction Package) เป็นกิจกรรมที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบ โดยจัดไว้ในสำหรับช่วยครูผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้พร้อม ๆ กันตามเวลาที่กำหนด

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2551, น. 51) แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการเรียนรู้แบบนี้ลดเวลาในการอธิบายของผู้สอนให้พุดน้อยลง เพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดการเรียนรู้ ในการนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ สิ่งที่สำคัญคือสื่อที่จะนำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้ครบทุกคนหรือทุกกลุ่ม

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบกลุ่มกิจกรรมหรือชุดการเรียนรู้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นชุดการเรียนรู้สำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ประมาณกลุ่มละ 4 – 8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในชุดการเรียนรู้แต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน ชุดการเรียนรู้ชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การออกแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายบุคคลหรือชุดการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ เป็นชุดการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเองอาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้จุดประสงค์หลัก คือมุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดการเรียนรู้ชนิดนี้ส่วนใหญ่จัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล ตัวอย่างเช่นชุดวิชาต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

จากการศึกษาประเภทของชุดกิจกรรมหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า ประเภทของชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับครูผู้สอนในการจัดการศึกษาในระบบนั้นสามารถจัดทำได้ 4 รูปแบบ คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน เป็นชุดการเรียนการสอนที่ครูใช้ประกอบการสอน ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีการจัดกิจกรรมและสื่อการสอนประกอบการบรรยายของครูผู้สอน ชุดการเรียนการสอนจะมีเนื้อหาสาระวิชาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น โดยจะแบ่งบรรยายเป็นหัวข้อและมีการกำหนดกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ร่วมกัน โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ครูกำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งในและนอกห้องเรียน และเมื่อศึกษาจบจนครบทุกขั้นตอนแล้วนักเรียนจึงจะสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้

4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสม เป็นชุดกิจกรรมที่มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งบางขั้นตอนครูผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบสื่อ บางขั้นตอนอาจใช้เกม บางขั้นตอนอาจให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเองจากชุดกิจกรรมโดยใช้กิจกรรมแบบกลุ่ม เป็นต้น

องค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนรู้การสอนหรือชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรม

บุญชม ศรีสะอาด (2537, น. 95-96)	ณัฐกฤษ จันทร์ตะ (2547, น. 17)	สุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ (2551, น. 52)	สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553, น. 17)
1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาและปฏิบัติเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ	1) คู่มือครูประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับครู แผนการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน	1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน	1) หัวข้อ (Topic)
2) บัตรงานเป็นบัตรคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน	2) ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย กิจกรรมบัตรความรู้ บัตรแบบฝึกหัด บัตรเฉลยแบบฝึกหัดแบบทดสอบประจำหน่วย และเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วย	2) บัตรคำสั่งหรือบัตรงานเป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรลุอยู่ในชุดการเรียนรู้ บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน	2) หัวข้อย่อย (Subtopic)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

บุญชม ศรีสะอาด (2537, น. 95-96)	ณัฐกฤษ จันทร์ตะ (2547, น. 17)	สุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ (2551, น. 52)	สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553, น. 17)
3) แบบทดสอบวัด ความก้าวหน้าของ ผู้เรียน ใช้สำหรับ ตรวจว่าหลังจาก เรียนชุดกิจกรรมจบ แล้ว ผู้เรียน เปลี่ยนแปลง พฤติกรรมตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่กำหนดไว้หรือไม่		3) เนื้อหาสาระและ สื่อการเรียนประเภท ต่าง ๆ จัดไว้ในรูป ของสื่อการสอนที่ หลากหลาย อาจแบ่ง ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ 3.1 ประเภท เอกสารสิ่งพิมพ์ 3.2 ประเภท โสตทัศนูปกรณ์	3) จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4) สื่อการเรียนการ สอนต่าง ๆ	-	4) แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ ใช้วัดและประเมิน ความรู้ด้วยตนเองทั้ง ก่อนและหลังเรียน	4) จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม (Behavioral Objective)
-	-	-	5) การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
-	-	-	6) กิจกรรมและการ ประเมิน-ตนเอง (Activities and Self – Evaluation)
-	-	-	7) การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative Test)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 95-96)	ณัฐกฤษ จันทร์ตะ (2547 : 17)	สุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ (2551 : 52)	สุคนธ์ ลิ้นพพานนท์ (2553 : 17)
-	-	-	8) การทดสอบขั้นสุดท้าย (Posttest หรือ Summative)

จากการศึกษาองค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดมีเนื้อหาเหมือนกันคือเรื่องเดียวกัน เมื่อนักเรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมแล้วจะมีการประเมินผล สำหรับเวลาที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ส่วนองค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรม มีดังนี้

1. หัวข้อหรือชื่อกิจกรรม จะเป็นชื่อเดียวกับชื่อของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนได้ทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดหลังจากได้ปฏิบัติกิจกรรม การศึกษาชุดกิจกรรมและส่วนประกอบของชุดกิจกรรม เช่น ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน ใบเฉลยใบงาน แบบฝึกหัด ใบบันทึกกิจกรรม กลุ่ม แบบทดสอบย่อย และแบบเฉลยแบบทดสอบย่อย
3. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกำหนดขึ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล
4. ใบความรู้ เป็นสิ่งที่บอกเนื้อหาของบทเรียนที่นักเรียนจะต้องศึกษา
5. ใบกิจกรรม จะระบุขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง
6. แบบตรวจสอบความรู้และทักษะ หรือแบบฝึกหัด เป็นแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว
7. ใบเฉลยใบงาน เมื่อนักเรียนทำใบงานหรือแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากใบเฉลยใบงาน
8. การประเมินผล คือ แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้ประเมินนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุด

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2551, น.53 - 54) เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. การกำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาและประสบการณ์ โดยกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามความเหมาะสม
2. การกำหนดหน่วยการสอนโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอน
3. การกำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องกำหนดว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง
4. การกำหนดมโนทัศน์และหลักการ โดยมโนทัศน์หรือหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง
5. การกำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไป วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการเรียนการสอน
7. การกำหนดแบบวัดและประเมินผล โดยจะต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้
8. การเลือกและผลิตสื่อการเรียนการสอน โดยจะถือว่าวัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนแล้วก็จัดสื่อการเรียนการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือช่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลอง และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้
9. การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึง กระบวนการ และผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2553, น.17) กล่าวว่า การที่ผู้สอนสร้างชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนการสอน เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ครูควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกหัวข้อ (Topic) กำหนดขอบเขตและประเด็นสำคัญของเนื้อหา ผู้สร้างชุดการเรียนการสอน ควรเลือกหัวข้อและประเด็นสำคัญ ได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระ

การเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในระดับชั้นที่จะสอนว่าหัวข้อใดเหมาะสมที่ควรนำไปสร้างชุดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. กำหนดเนื้อหาที่จะจัดทำชุดกิจกรรม โดยการคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

3. เขียนจุดประสงค์ในการจัดการเรียนการสอน การเขียนจุดประสงค์ควรเขียนเป็นลักษณะจุดประสงค์เฉพาะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบจุดประสงค์ว่าเมื่อศึกษาชุดกิจกรรมจบแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถอย่างไร

4. สร้างแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบมี 3 แบบ คือ

4.1. แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนที่จะมาเรียนเพียงพอหรือไม่ (เมื่อทดสอบแล้วถ้าความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ โดยวิธีใด เป็นต้น หรือผู้สอนอาจอธิบายความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ)

4.2. แบบทดสอบย่อย เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนหลังจากผู้เรียนเรียนจบในแต่ละเนื้อหาย่อย

4.3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากการศึกษาค้นคว้าการเรียนการสอนจบแล้ว

5. จัดทำชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

5.1. บัตรคำสั่ง

5.2. บัตรปฏิบัติการ และบัตรเฉลย (ถ้ามี)

5.3. บัตรเนื้อหา

5.4. บัตรฝึกหัด และบัตรเฉลยบัตรฝึกหัด

5.5. บัตรทดสอบและบัตรเฉลยบัตรทดสอบ

6. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนเตรียมออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีหลักการสำคัญ คือ

6.1 ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะและควบคุมการเรียนการสอน

6.2 เลือกกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับชุดกิจกรรม

6.3 ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการคิดอย่างหลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

6.4 มีกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. การรวบรวมและจัดทำสื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนบางชนิดอาจมีผู้จัดทำไว้แล้ว ผู้สอนอาจนำมาปรับปรุงดัดแปลงใหม่ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ที่ต้องการสอน ในกรณีที่ไม่มีสื่อที่ตรงตามจุดประสงค์ที่จะสอน ครูผู้สอนต้องสร้างสื่อการเรียนการสอนใหม่ ซึ่งต้องใช้เวลา

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมา สรุปได้ว่าควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานหลักสูตร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยเรียงเนื้อหาจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากตามลำดับ
3. กำหนดกรอบผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม สื่อประกอบการสอนและการวัดผลประเมินผล
4. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง เนื้อหาสาระหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน ใบเฉลยใบงาน แบบฝึกหัด ใบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม และการประเมินผล
5. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเลือกกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับชุดกิจกรรม และฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น
6. จัดทำสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ที่ต้องการสอน
7. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนสามารถนำไปใช้ได้จริง

ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ประโยชน์ของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอนหรือชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อการเรียนการสอนมีหลายประการดังนี้
(บุญเกื้อ คอรวาเวช, 2530, น. 7-8)

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้
2. ได้รับความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
 4. เป็นการสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบใช้ได้ทันที
 5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (Multi Media) ที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการปรับเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา
 6. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมการศึกษารายบุคคลตามความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน
 7. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู ชุดการสอนทำให้ผู้เรียนเรียนโดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมาก
 8. ช่วยนักเรียนให้รู้จักมุ่งหมายของการเรียนที่ชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายเป็นการเพิ่มพูนการสนใจในการเรียน
 9. ชุดการสอนจะกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนไว้ชัดเจน ว่าตอนใด ใคร จะทำอะไรอย่างไร ลดบทบาทของการกระทำของครูข้างเดียว นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำมากขึ้น
 10. ชุดการสอน เกิดจากการนำวิธีเชิงระบบเข้ามาใช้ เมื่อได้ผ่านการทดลองจึงทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ
 11. ชุดการสอนฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน และรู้จักการทำงานร่วมกัน
 12. ชุดการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมตามความสนใจ
 13. ชุดการสอนทำให้ผู้เรียนรู้การกระทำของเขาและสร้างแรงจูงใจให้ตนเอง
- สุคนธ์ ลิขิตพานนท์ (2553, น. 21) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนการสอน ดังนี้
1. ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการศึกษาความรู้ในชุดการเรียนการสอน ด้วยตนเอง เป็นการฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ ทักษะการอ่าน และสรุปความรู้อย่างเป็นระบบ
 2. การทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ และแบบฝึกการคิดท้ายชุดการเรียนรู้อ ทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็นแก้ปัญหาเป็น สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาที่กำหนดโดย สมศ.
 3. ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง จากการที่ผู้เรียนทำตามคำสั่งในขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดในชุดกิจกรรม การตรวจแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ หรือไปงานด้วยตนเองนั้นทำให้ผู้เรียนรู้จักฝึกตนเองให้ทำตามกติกา

4. ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน เป็นการฝึกความเป็นประชาธิปไตย ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการร่วมกันในสังคมประชาธิปไตย

5. การใช้ชุดการเรียนรู้การสอน นั้นสามารถศึกษานอกเวลาเรียนได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้สอนที่เอื้อต่อการศึกษด้วยตนเอง

กนกพรรณ พูนสุวรรณ (2554, น. 36) กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการสอนว่า นอกจากจะมีคุณค่าต่อครูผู้สอนในด้านของความสะดวกสบาย รวมทั้งใช้เวลาไม่มากเกินไป ยังมีคุณค่าและประโยชน์กับผู้เรียนด้วย เพราะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและตรวจสอบผลการปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ทราบผลการเรียนรู้จากชุดการสอนในทันที

รัศมี รัตนน้อม (2554, น. 45) ได้สรุปประโยชน์ของชุดการสอนว่ามีคุณค่าต่อการเพิ่มคุณภาพในการเรียนการสอน เพราะแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

จากการศึกษาประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่กล่าวมา สรุปได้ดังนี้ ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของนักเรียน ช่วยสร้างความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้แสวงหาศึกษาความรู้ด้วยตนเองรวมทั้งทำให้นักเรียนมีวินัย มีความรับผิดชอบในการทำงานมากขึ้น และรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น

ข้อจำกัดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2553, น. 22) กล่าวว่า ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอน หรือชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ผู้สอนต้องนำวิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนมาใช้ก่อนเริ่มบทเรียนหรือระหว่างการศึกษาบทเรียน มิฉะนั้นแล้วผู้เรียนจะไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนด

2. เรื่องที่ให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ควรเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่ง่าย สำหรับผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองได้

3. การให้ผู้เรียนศึกษาชุดการเรียนการสอนนั้นต้องมีบัตรงาน ใบงาน แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ที่ฝึกผู้เรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ และควรมีเฉลยให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งถ้าเป็นกรณีคำถามปลายเปิด หรือฝึกทักษะการคิด จะไม่มีเฉลยที่ชัดเจนลงไปจึงต้องมีแบบเฉลยที่หลากหลาย

เกริก และจินตนา ท่วมกลาง (2555, น. 127-128) กล่าวว่า แม้ว่าชุดการสอนจะเป็นสื่อการสอนที่มีกระบวนการผลิตที่เป็นระบบ มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่ชุดการสอนก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ปัญหาในการผลิตชุดการสอนมีความยุ่งยาก เพราะมีกระบวนการวิเคราะห์หลายขั้นตอน

2. ครูผู้สอนซึ่งขาดความรู้ความเข้าใจ ไม่สามารถผลิตชุดการสอนมาใช้นักเรียนได้

3. การผลิตชุดการสอนต้องอาศัยบุคคลหลายฝ่ายมาร่วมในการผลิต เช่น ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา ด้านการวัดผล ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา หากขาดบุคคลใดใน 3 ด้าน จะทำให้ชุดการสอนที่ผลิตขึ้นมีจุดอ่อนในตัวเอง ประสิทธิภาพของชุดการสอนจึงไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้

4. มีปัญหาด้านงบประมาณในการผลิต การผลิตชุดการสอนต้องใช้งบประมาณในการผลิตมาก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของสถานศึกษาและครูผู้สอน

5. ปัญหาความยุ่งยากในการใช้และการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนมี

6. การจัดการเรียนรู้ระบบกลุ่มอาจทำให้เกิดเสียงรบกวนห้องข้างเคียงได้

7. สื่อการสอนมีลักษณะเป็นสื่อประสม การเก็บรักษาต้องมีตู้เก็บ หรือกระเป๋าคล่องที่มีความคงทน

8. การแบ่งกลุ่มผู้เรียนในการเรียนรู้สามารถจัดแบบคละความสามารถได้ยาก

9. ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบต่อการเรียน เมื่อเรียนแล้วไม่เก็บวัสดุให้ครบถ้วน ทำให้ผู้เรียนครั้งต่อไปปรับปรุงกรณีไม่ครบการเรียนรู้จึงไม่สมบูรณ์

10. ผู้เรียนมีความแตกต่างด้านการเรียน ต้องจัดทำชุดการสอนสำรองสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษได้เรียนรู้

จากการศึกษาข้อจำกัดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่กล่าวมา สรุปได้ดังนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องมีบัตรงาน ใบงาน แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ที่ฝึกนักเรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์และควรมีเฉลยให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง ถ้าเป็นคำถามปลายเปิด ต้องมีแบบเฉลยที่หลากหลาย รวมถึงเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ควรเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่ง่าย และผู้สอนควรจะมีความรู้ความเข้าใจในการสร้างชุดกิจกรรม มิเช่นนั้นจะไม่สามารถผลิตชุดกิจกรรมมาใช้นักเรียนได้

การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอนหรือชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องดำเนินการทุกครั้งที่สร้างชุดกิจกรรม เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้จริง เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, น.132-134) กล่าวว่า ชุดการสอนต้องดำเนินการหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ประเมินตรวจสอบความถูกต้อง ด้านเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหา ภาษา กิจกรรม ประกอบ รูปภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการวัดประเมินผล ด้านการสร้างชุดการสอน โดยใช้เกณฑ์ประเมินชุดการสอน ดังนี้

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

โดยยึดเกณฑ์การตัดสินความเหมาะสมตั้งแต่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าเป็นชุดการสอนที่เข้าเกณฑ์

2. การนำชุดการสอนมาทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริง โดยมีการทดลอง 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Testing) เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับผู้เรียน จำนวน 3 คน ที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ คือ เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน

2.2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small-Group Testing) เป็นการนำชุดการสอนมาปรับปรุงแก้ไขภาษาเนื้อหาสาระ ภาพประกอบ ความเหมาะสม จากการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองกับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ คือ เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน

2.3 การทดลองภาคสนาม (Field Testing) เป็นการนำชุดการสอนมาจัดการเรียนรู้จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กมาปรับปรุงแก้ไข คำตั้ง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ คำถาม เฉลย จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กไปทดลองกับผู้เรียน จำนวน 20 - 30 คน เมื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพแล้วจึงนำไปใช้จริงต่อไป

การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม นักการศึกษาที่สำคัญที่เผยแพร่แนวคิดของการเรียนรู้แบบนี้ คือ สลาวัน (Slavin) เดวิด จอห์นสัน (David Johnson) รोजเจอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) กล่าวว่า ในการสอนโดยทั่วไป เรามักจะไม่ให้ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ส่วนใหญ่จะมุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน (ทิสนา เขมมณี, 2555, น. 98)

ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2542, น. 129) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนเป็นกลุ่มที่มีสมาชิกตั้งแต่ 2 - 6 คน สมาชิกจะมีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกทุกคนจะช่วยเหลือกัน ทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน จนกระทั่งทุกคนเรียนรู้หรือบรรลุผลสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งเป็นผลสำเร็จจากสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนรวมกัน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 41) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือในการเรียนรู้ โดยแบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานด้วยความรับผิดชอบร่วมกันเพื่อเป้าหมายกลุ่ม โดยในการทำงาน สมาชิกแต่ละคนจะมีความรับผิดชอบของตนเอง ในการทำงานจะมีการให้กำลังใจกัน เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทำงานเพื่อผลสำเร็จของกลุ่ม

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 102) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง เป็นวิธีทำให้ผู้เรียนทำงานด้วยกันในกลุ่มย่อยได้เรียนรู้ และรับผิดชอบแทนร่วมกัน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2554, น. 3) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการเรียนที่มีการจัดกลุ่มการทำงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนแรงจูงใจทางการเรียน

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการจัดกลุ่มทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและเพิ่มพูนแรงจูงใจ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน โดยสมาชิกทุกคนจะได้รับการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจเพื่อที่จะคอยช่วยเหลือกันทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน และคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ โดยผลงานของสมาชิกแต่ละคนจะรวมกันเป็นผลงานของกลุ่ม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะบรรลุผลสำเร็จร่วมกัน

แนวคิดทฤษฎีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 182 - 184) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนที่มีเทคนิควิธีที่หลากหลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) ของ สกินเนอร์ (Skinner) การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกจะได้รับมอบหมายหน้าที่ทุกคน และยึดหลักว่าความสำเร็จของตนเองคือความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นในการทำงานจะต้องมีการให้กำลังใจกัน อาจเป็นคำชมเชย รางวัล เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทำงานให้ดีที่สุดเพื่อผลสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งหลักการดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากวิธีการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification) ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant Conditioning)

มีแนวคิดว่าการกระทำใด ๆ ที่ได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีกส่วนการกระทำใด ๆ ที่ไม่ได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะลดลงและหายไปในที่สุด

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเหมือนกับการอยู่ร่วมกันในสังคมหนึ่ง ซึ่งการทำงานแบบร่วมมือจะสร้างสัมพันธ์ภาพอันดีต่อกัน เรียนรู้ซึ่งกันและกันและมีการสังเกตสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว โดยเบนดูรากล่าวว่า คนเราเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราเสมอ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสังเกต (Observation Learning) หรือการเรียนรู้แบบจากตัวอย่าง

3. ทฤษฎีความต้องการของมาสโลว์ การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถเฉพาะตัวและศักยภาพของตนเองร่วมมือแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้บรรลุผลสำเร็จได้ โดยสมาชิกต่างตระหนักว่า แต่ละคนล้วนเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มได้ร่วมคิด วิเคราะห์แก้ปัญหา ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวของตัวเอง การทำงานร่วมกับผู้อื่น จะทำให้เขาเข้าใจผู้อื่น เข้าใจตนเอง รู้จักตัวเอง ซึ่งโดยธรรมชาติของคนแล้วล้วนต้องการการยอมรับจากผู้อื่น จากคนในสังคม และต้องการแสวงหาสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เพื่อสนองความต้องการของตนเอง

4. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Theory) การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนที่เน้นการช่วยเหลือ ร่วมกันคิดแก้ปัญหา นั่นคือให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ ค้นหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ จากลักษณะดังกล่าวมีพื้นฐานมากจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาเพราะการที่ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว จะทำให้เกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและมีการพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ จนสามารถคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้

องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 185-186) กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ ที่จะทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จมี 5 ประการ ซึ่งถ้าขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง จะเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Work) จะไม่เป็นการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) กล่าวว่ องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือประกอบด้วย

1. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างสมาชิกในกลุ่ม (Face-to-Face Interaction) เป็นการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ในลักษณะคละกันทั้งเพศ อายุ ความสามารถ ความสนใจ หรืออื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความสำเร็จของกันและกันโดยการช่วยเหลือสนับสนุน กระตุ้น ยกย่อง ความมานะพยายามของกันและกัน การปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม มีผลตามมา คือ

1.1 มีกิจกรรมทางปัญญาและความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเกิดขึ้นโดยผู้เรียนอธิบายว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร หรืออธิบายว่าสิ่งที่เรียนอยู่ในปัจจุบันเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียนมาแล้วอย่างไร

1.2 ลักษณะและรูปแบบทางสังคม มีโอกาสเกิดขึ้นได้จากการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความรับผิดชอบกับกลุ่มเพื่อน เหตุผลและข้อสรุปที่แสดงออกมีอิทธิพลต่อกัน เพิ่มรูปแบบทางสังคมเพิ่มการสนับสนุนของเพื่อนและเพิ่มรางวัล

1.3 มีการตอบสนองด้วยคำพูด ที่ไม่ใช่คำพูดของสมาชิกคนอื่นนอกกลุ่มซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับให้กลับสมาชิกในกลุ่ม

1.4 ปฏิสัมพันธ์จะช่วยให้งานสำเร็จ และเมื่องานเสร็จก็จะทำให้สมาชิกแต่ละคนได้ความรู้

2. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน ที่จะช่วยให้กลุ่มมีสัมฤทธิ์ผลสูงสุด ในการทำงาน (Individual Accountability / Personal Responsibility) เกิดขึ้นเมื่อมีการประเมินปฏิบัติงานของผู้เรียน เพราะการประเมินจะย้อนกลับไปที่ให้กับกลุ่มและให้กับผู้เรียนเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนแต่ละคนแสดงความรับผิดชอบต่องาน โดยครูจะต้อง

2.1 ประเมินว่าสมาชิกของกลุ่มช่วยเหลืองานของกลุ่มมากน้อยแค่ไหน

2.2 ให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนแต่ละคนและกับกลุ่ม

2.3 ไม่ให้สมาชิกกลุ่มทำงานซ้ำซ้อนกัน

2.4 ทำให้แน่ใจว่าสมาชิกทุกคนรับผิดชอบต่องาน โดยดูจากคะแนนสอบของผู้เรียนแต่ละคน หรือสุ่มเลือกถามคนใดคนหนึ่งของกลุ่ม

3. ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มหรือทักษะทางสังคม (Cooperative Social Skills) ผู้เรียนต้องใช้ทักษะความร่วมมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสื่อความหมายสามารถสื่อความได้อย่างแม่นยำ ไม่กำกวม การแบ่งปัน การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และร่วมมือกัน

4. ความสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive Interdependence) เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเกิดการรับรู้ที่ตัวเองต้องทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ของกลุ่ม จนเกิดความรู้สึกว่าความสำเร็จของแต่ละคนขึ้นอยู่กับความสำเร็จของกลุ่ม

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) เกิดขึ้นเมื่อสมาชิกในกลุ่มอภิปรายถึงประสิทธิภาพของความสำเร็จในการทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ กระบวนการกลุ่มจะสะท้อนให้เห็นถึงการทำงานของกลุ่ม

ดังนั้น การเรียนรู้แบบร่วมมือ ไม่เพียงแต่เป็นการจัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเท่านั้น แต่สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องรับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ทิสนา แชนมณี (2555, น.99 - 101) กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ ดังนี้

1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะต้องตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน

2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-Face Promotive Interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และกันในทุกๆ ทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ใ้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual -Accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

6. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small-Group Skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพยอมรับและใ้วางใจกัน และกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

7. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำได้โดยครูหรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (Metacognition) คือ สามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

จากองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ ประกอบไปด้วย 5 ประการ คือ

- 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน
- 2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด

3) ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน

4) ทักษะการทำงานกลุ่มย่อย

5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม

ผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา แคมมณี (2555, น. 101-102) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย นับตั้งแต่รายงานวิจัยเรื่องแรกได้รับการตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1898 ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเป็นงานวิจัยเชิงทดลองประมาณ 600 เรื่อง และงานวิจัยเชิงหาความสัมพันธ์ประมาณ 100 เรื่อง ผลการวิจัยทั้งหลายดังกล่าว พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนตรงกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความพยายามจะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Greater Efforts to Achieve) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น มีแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณ
2. มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น (More Positive Relationships Among Students) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม
3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (Greater Psychological Health) การร่วมมือช่วยผู้เรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้นนอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ

ประเภทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา แคมมณี (2555, น. 102-103) ได้กล่าวว่า กลุ่มการเรียนรู้ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ

1. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning Groups) กลุ่มประเภทนี้ ครูจัดขึ้นโดยการวางแผน จัดระเบียบ กฎเกณฑ์ วิธีการและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้สาระต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นหลาย ๆ ชั่วโมงติดต่อกันหรือหลายสัปดาห์ติดต่อกัน จนกระทั่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนด
2. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning Groups) กลุ่มประเภทนี้ครูจัดขึ้นเฉพาะกิจเป็นครั้งคราว โดยสอดแทรกอยู่ในการสอนปกติอื่น ๆ โดยเฉพาะการสอนแบบบรรยาย ครูสามารถจัดกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือสอดแทรกเข้าไปเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจหรือใช้ความคิดเป็นพิเศษในสาระบางจุด

3. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างถาวร (Cooperative Base Groups) กลุ่มประเภทนี้เป็นกลุ่มการเรียนรู้ที่สมาชิกกลุ่มมีประสบการณ์การทำงาน/การเรียนรู้ร่วมกันมานานจนกระทั่งเกิดความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้น สมาชิกกลุ่มมีความผูกพัน ห่วงใย ช่วยเหลือกันและกันอย่างต่อเนื่อง

ในการเรียนรู้แบบร่วมมือมักจะมีกระบวนการดำเนินงานที่ต้องทำเป็นประจำ เช่น การเขียนรายงาน การเสนอผลงานกลุ่ม การตรวจผลงาน เป็นต้น ในการทำงานที่เป็นกิจวัตรดังกล่าว ครูควรจัดระเบียบขั้นตอนการทำงานหรือฝึกฝนให้ผู้เรียนดำเนินงานอย่างเป็นระบบระเบียบเพื่อให้ช่วยงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการที่ใช้หรือดำเนินการเป็นกิจวัตรในการเรียนรู้ แบบร่วมมือนี้ เรียกว่า “Cooperative Learning Scripts” ซึ่งหากสมาชิกกลุ่มปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะเกิดเป็นทักษะที่ชำนาญที่สุด

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน

ทิสนา แคมมณี (2555, น. 103 - 105) กล่าวว่า ครูสามารถนำหลักการของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไปจัดการเรียนการสอนของตนได้ โดยการพยายามจัดกลุ่มการเรียนรู้ให้มีองค์ประกอบครบ 5 ประการ ดังที่กล่าวไว้ใน 3.2 และใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ในการช่วยให้องค์ประกอบทั้ง 5 สัมฤทธิ์ผล โดยทั่วไปการวางแผนบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือมีประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. ด้านการวางแผนการจัดการเรียนการสอน

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนทั้งทางด้านความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ

1.2 กำหนดขนาดของกลุ่ม กลุ่มควรมีขนาดเล็กประมาณ 3 – 6 กลุ่มละ 4 คนจะเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด

1.3 กำหนดองค์ประกอบของกลุ่ม หมายถึง การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ซึ่งอาจทำได้โดยการสุ่ม หรือการเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปกลุ่มจะต้องประกอบไปด้วยสมาชิกที่คละกันในด้านต่าง ๆ เช่น เพศ ความสามารถ ความถนัด เป็นต้น

1.4 กำหนดบทบาทของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและมีส่วนในการทำงานอย่างทั่วถึง ครูควรมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานให้ทุกคนและบทบาทหน้าที่นั้น ๆ จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของงานอันเป็นจุดมุ่งหมายของกลุ่ม ครูควรจัดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกให้อยู่ในลักษณะที่จะต้องพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูล บทบาทหน้าที่ในการทำงานเพื่อการเรียนรู้มีจำนวนมาก เช่น บทบาทผู้นำกลุ่ม ผู้สังเกตการณ์ เลขานุการ ผู้เสนอผลงาน ผู้ตรวจสอบผลงาน เป็นต้น

1.5 จัดสถานที่ให้เหมาะสมในการทำงานและการมีปฏิสัมพันธ์กัน ครูจำเป็นต้องคิดออกแบบการจัดห้องเรียนหรือสถานที่ที่จะใช้ในการเรียนรู้ให้เอื้อและสะดวกต่อการทำงานของกลุ่ม

1.6 จัดสาระ วัสดุหรืองานที่จะให้ผู้เรียนทำ วิเคราะห์สาระ / งาน / หรือวัสดุที่จะให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้และจัดแบ่งสาระหรืองานนั้นในลักษณะที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการช่วยกลุ่ม และพึ่งพากันในการเรียนรู้

2. ด้านการสอน ครูควรมีการเตรียมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

2.1 อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม ครูควรอธิบายถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน เหตุผลในการดำเนินการต่าง ๆ รายละเอียดของงานและขั้นตอนในการทำงาน

2.2 อธิบายเกณฑ์การประเมินผลงาน ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจตรงกันว่า ความสำเร็จของงานอยู่ตรงไหน งานที่คาดหวังจะมีลักษณะอย่างไร เกณฑ์ที่จะใช้ในการวัดความสำเร็จของงานคืออะไร

2.3 อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการของการพึ่งพาและเกื้อกูลกัน ครูควรอธิบาย กฎเกณฑ์ ระเบียบ กติกา บทบาทหน้าที่ และระบบการให้รางวัลหรือประโยชน์ที่กลุ่มจะได้รับในการร่วมมือกันเรียนรู้

2.4 อธิบายวิธีการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่ม

2.5 อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการในการตรวจสอบความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย เช่น การสุ่มเรียกชื่อผู้เสนอผลงาน การทดสอบ การตรวจสอบผลงาน เป็นต้น

2.6 ชี้แจงพฤติกรรมที่คาดหวัง ว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ความคาดหวังที่มีต่อตนและพยายามแสดงพฤติกรรมนั้น

3. ด้านการควบคุมกำกับและช่วยเหลือกลุ่ม

3.1 ดูแลให้สมาชิกกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด

3.2 สังเกตการณ์การทำงานร่วมกันของกลุ่ม ตรวจสอบว่า สมาชิกกลุ่มมีความเข้าใจในงาน หรือบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ สังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของสมาชิกให้ข้อมูลป้อนกลับให้แรงเสริม และบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนของกลุ่ม

3.3 เข้าไปช่วยเหลือกลุ่มตามความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงาน และการทำงาน เมื่อพบว่ากลุ่มต้องการความช่วยเหลือ ครูสามารถเข้าไปชี้แจง สอนซ้ำหรือให้ความช่วยเหลืออื่น ๆ

3.4 สรุปการเรียนรู้ ครูควรให้กลุ่มสรุปประเด็นการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีความชัดเจนขึ้น

4. ด้านการประเมินผลและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้

4.1 ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

4.2 วิเคราะห์กระบวนการทำงานและกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูควรจัดให้ผู้เรียนมีเวลาในการวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มและพฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มมีโอกาสการเรียนรู้ที่จะปรับปรุงส่วนบกพร่องของกลุ่ม

การดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว เป็นสิ่งที่ครูจำเป็นต้องทำในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งครูแต่ละคนสามารถคิดวางแผนออกแบบการเรียนการสอนของตนโดยอาศัยวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาช่วยอย่างหลากหลายแตกต่างกันออกไปอย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาและนักคิดหลายคน ที่ได้ค้นคิดวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีรูปแบบ ลักษณะ หรือขั้นตอนแตกต่างกันออกไป เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ เดวิดสัน (Davidson, 1994, p. 13-30) ได้รวบรวมรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทั้งที่เรียกว่า “Cooperative Learning” และ “Collaborative Learning” ที่ได้รับนิยามอย่างกว้างขวางมาก ได้ทั้งหมด 6 รูปแบบ คือ “Student Team Learning” “Learning Together” “Group Investigation” “The Structural Approach” “Complex Instruction” และ “The Collaborative Approach”

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สัทธรร เวียงวณิช (2542, น. 106) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ประกอบด้วย ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกันและจัดกลุ่มย่อย ๆ ประมาณ 2-6 คน ครูแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ แจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน และการทำกิจกรรมร่วมกัน และฝึกฝนพื้นฐานจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม
3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ครูอาจกำหนดให้นักเรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น แบบ TGT, STAD เป็นต้นในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน
4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติตามหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่ม และรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่าอะไรคือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, น. 122-123) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน ผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณไม่เกิน 6 คน มีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ผู้สอนแนะนำวิธีการทำงานกลุ่มและบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม

2. ขั้นสอนผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน บอกปัญหาหรืองานที่ต้องการให้กลุ่มแก้ไขหรือคิดวิเคราะห์ หากคำตอบผู้สอนแนะนำแหล่งข้อมูล ค้นคว้า หรือให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคิดวิเคราะห์ผู้สอนมอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มผู้เรียนร่วมมือกันทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ ทุกคนร่วมรับผิดชอบ ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ครูควรใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การเล่าเรื่องรอบวง มุมสนทนา คู่ตรวจสอบ คู่คิด ฯลฯ ผู้สอนสังเกตการณ์ทำงานของกลุ่ม คอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ความกระจ่างในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยต้องการความช่วยเหลือ

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นนี้ผู้เรียนจะรายงานผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่นอาจซักถามเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดเจน เพื่อเป็นการตรวจสอบผลงานของกลุ่มและรายบุคคล

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ผู้สอนควรช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้ ช่วยคิดให้ครบตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มทั้งส่วนที่เด่นและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 186) อธิบายขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นเตรียมประกอบด้วย ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดกลุ่มเรียน แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4 คน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาท และหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนและการทำกิจกรรมร่วมกัน การฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกลุ่ม

2. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนที่เรียนรู้กันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ครูจะกำหนดให้ผู้เรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม

3. ขั้นการตรวจผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ในกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมสิ่งที่ขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ

4. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและนักเรียนช่วยกัน สรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ ครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและนักเรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่าอะไรคือจุดเด่นของงาน อะไรคือสิ่งที่ยังต้องปรับปรุง

ทิสนา แจมมณี (2555, น. 103 – 106) กล่าวว่า ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดก็ตาม จะมีลำดับจะมีลำดับขั้นตอนในการเรียนที่คล้ายกัน คือ ขั้นเตรียม ขั้นสอน ขั้นทำงานกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงาน ขั้นสรุปผล และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ได้เสนอขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและแบ่งกลุ่ม รวมทั้งแจ้ง วัตถุประสงค์และฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ขั้นสอน เข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แหล่งข้อมูล และมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่ม เพื่อฝึกความรับผิดชอบในการคิดตัดสินใจแบ่งปันงานให้สมาชิกในกลุ่ม
3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนมีหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมาย ช่วยเหลือกันเสริมแรงและสนับสนุนกัน ให้กำลังใจกัน และพึ่งพาอาศัยกัน
4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ เป็นการตรวจสอบการปฏิบัติหน้าที่และผลการปฏิบัติ เน้นตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ
5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติมช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มหาจุดเด่นและสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ศศิธร เวียงวลัย (2542)	อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554)	ทิสนา แยมมณี (2555)
1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นสอน 3) ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม 4) ขั้นตรวจสอบ ผลงานและ ทดสอบ 5) ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผล การทำงานกลุ่ม	1) ขั้นเตรียมการ ผู้สอน ชี้แจงจุดประสงค์ของ บทเรียน 2) ขั้นสอนผู้สอน นำเข้าสู่บทเรียน 3) ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนร่วมมือกัน ทำงานตาม บทบาทหน้าที่ที่ ได้รับ 4) ขั้นตรวจสอบ ผลงาน และทดสอบ 5) ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผล การทำงานกลุ่ม	1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นกิจกรรมกลุ่ม 3) ขั้นการตรวจ ผลงานและ ทดสอบ 4) ขั้นสรุปบทเรียน	1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นสอน 3) ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม 4) ขั้นตรวจสอบ ผลงานและทดสอบ 5) ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการ ทำงานกลุ่ม

จากการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมและนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน ตามความสามารถสูง ปานกลาง และอ่อน เป็น 1: 2: 1 โดยพิจารณาจากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา และ แจ้างจุดประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ และนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการ ทบทวนเนื้อหาเดิม ด้วยการให้ผู้เรียนตอบคำถาม หรือเล่นเกม เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดความพร้อม เช่น การฝึกทักษะการคิดคล่อง หรือคิดคำนวณ

2. ขั้นสอน ครูแนะนำเนื้อหาใหม่ โดยการอภิปราย ชี้แนะ สนทนา ซักถามและมอบ หมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบต่องานของกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย โดยครูใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น STAD, TAI และ Jigsaw เป็นต้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ชักถามกันภายในกลุ่ม หรือระหว่างกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เมื่อมีสมาชิกในกลุ่มที่ไม่เข้าใจ ให้ผู้เรียนที่เข้าใจแล้วช่วยอธิบายให้ให้กับสมาชิกที่ไม่เข้าใจ โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำคำชี้แนะและช่วยเหลือ กลุ่มที่มีข้อสงสัย จากนั้นให้แต่ละกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบซึ่งกันและกัน และให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอภิปรายนำเสนอ

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ตรวจสอบว่า ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล และทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้เรียนไม่สามารถปรึกษา หรือชักถามกันและกันได้ โดยผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบผ่านร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ถ้าหากมีผู้เรียนที่อาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังบกพร่อง ครูผู้สอนอาจจะนัดผู้เรียนมาสอนนอกเวลาเรียนในช่วยพัก เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วให้ผู้เรียนทำการสอบใหม่อีกครั้ง คะแนนสอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบของผู้เรียนแต่ละคน จะนำมาบันทึกเป็นคะแนนรายบุคคล และนำแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันและคิดเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

5. ขั้นสรุปบทเรียน ผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ผู้สอนช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้ และวิเคราะห์กระบวนการทำงานกลุ่มและประเมินผลหาจุดเด่นและสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และจัดลำดับคะแนน และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือมีเทคนิควิธีที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละรูปจะมีวิธีดำเนินการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนนและระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไป เพื่อสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือ หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์มุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องการศึกษามากที่สุด โดยอาศัยการร่วมกัน ช่วยเหลือกันและแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระ และวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัลเป็นประการสำคัญ

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2542, น. 120 - 128) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบร่วมมือที่นิยมใช้สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาด้วยการต่อภาพ (Jigsaw Problem Solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนเองไว้จากนั้นกลุ่มนำคำตอบจากทุก ๆ คนมารวมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

2. คิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) เป็นเทคนิคโดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุด จึงนำคำตอบเล่าให้เพื่อนฟัง

3. อภิปรายเป็นคู่ (Pair Discussion) เป็นเทคนิคที่เมื่อครูถามคำถาม หรือกำหนดโจทย์แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้กันร่วมกันคิด และอภิปรายเป็นคู่

4. อภิปรายเป็นทีม (Team Discussion) เป็นเทคนิคที่เมื่อครูตั้งคำถามแล้ว ให้สมาชิกของกลุ่มทุก ๆ คน ร่วมกันคิด พูด อภิปรายพร้อมกัน

5. ทำเป็นกลุ่ม ทำเป็นคู่ และทำคนเดียว (Team-Pair-Solo) เป็นเทคนิคที่เมื่อครูกำหนดปัญหาหรือโจทย์ หรืองานให้ทำ แล้วสมาชิกจะทำงานร่วมกันทั้งกลุ่มจนงานแล้วเสร็จ จากนั้นจะแบ่งสมาชิกเป็นคู่ให้ทำงานร่วมกันเป็นคู่จนงานสำเร็จแล้วถึงขั้นสุดท้าย ให้สมาชิกแต่ละคนทำงานคนเดียวจนสำเร็จ

ชนาธิป พรกุล (2552, น. 104 - 110) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบร่วมมือที่นิยมใช้ สรุปได้ดังนี้

1. STAD (Student Teams – Achievement Division) เป็นเทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ง่ายที่สุด เหมาะสมสำหรับครูที่เริ่มต้นใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ

1.1 การนำเสนอบทเรียน (Class Presentations) ครูเริ่มต้นด้วยการสอน วิธีการต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การอภิปราย ประกอบกับการใช้สื่อ

1.2 ทีม / กลุ่ม (Teams) ประกอบด้วยผู้เรียน 4-5 คน ที่แต่ละความรู้ ความสามารถมีหน้าที่เรียนรู้บทเรียน ทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบคำตอบ อภิปรายซักถามข้อสงสัย ช่วยแก้ความเข้าใจผิด ขอมรับซึ่งกันและกัน มีความสัมพันธ์อันดี เตรียมการให้แต่ละคนพร้อมที่จะทำคะแนน ให้ดีในการทดสอบท้ายบทเรียน

1.3 การทดสอบ (Quizzes) หลังจากเรียนและฝึกในทีม 1 - 2 ครั้ง ครูทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันระหว่างสอบ

1.4 คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล (Individual Improvement Scores) มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน ขยัน พยายามให้มากขึ้น

1.5 การรับรางวัลของทีม (Team Recognition) ทีมอาจได้รับประกาศนียบัตรหรือรางวัล ถ้าได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกรดประมาณร้อยละ 20

2. TAI (Team Accelerated Instruction) เป็นโปรแกรมที่รวมการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน การสอนเป็นรายบุคคลเข้าด้วยกันเพื่อสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการสอนลักษณะซ่อมเสริม (Remedial Program) องค์ประกอบของโปรแกรมมีดังนี้

2.1 ทีม (Teams) เป็นกลุ่มความสามารถ จำนวน 4 - 5 คน

2.2 แบบทดสอบ (Placement Test) ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจัดทำหน่วยให้ตรงกับระดับความสามารถของแต่ละทีม

2.3 เอกสารหลักสูตร (Curriculum Materials) ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร เลขจำนวน เศษส่วน อัตราส่วน ค่าร้อยละ สถิติและพีชคณิตแต่ละหน่วยประกอบด้วย

2.3.1 การทบทวนมโนทัศน์ และขั้นตอนการสอนการแก้ปัญหา

2.3.2 การฝึกทักษะการแก้ปัญหา 16 ข้อ แต่ละทักษะมีทักษะย่อย เมื่อฝึกครบ จะได้ทักษะทั้งหมด

2.3.3 แบบทดสอบย่อยจำนวน 10 ข้อ

2.3.4 แบบทดสอบย่อยของหน่วย 15 ข้อ

2.3.5 แบบเฉลยการฝึกทักษะ การทดสอบย่อย และการทดสอบหน่วย

2.4 การศึกษาของทีม (Team Study) หลังจากครูสอนบทเรียนแรก ครูจัดผู้เรียน ให้เรียนหน่วยคณิตศาสตร์ที่ตรงกับความสามารถจากการทดสอบ ผู้เรียนจะศึกษาหน่วยกับทีมของตนเองตามลำดับ ดังนี้

2.4.1 ในทีมจับคู่กันเพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกัน

2.4.2 ผู้เรียนอ่านคำแนะนำ แล้วฝึกทักษะแรกของหน่วย

2.4.3 แต่ละคนทำโจทย์ 4 ข้อ แล้วให้เพื่อนตรวจคำตอบในแบบเฉลย ถ้าถูก ทั้ง 4 ข้อก็ฝึกทักษะต่อไป ถ้าผิดให้ทำโจทย์ต่อไปอีก 4 ข้อ จนกว่าจะทำถูกหมดทั้ง 4 ข้อ ขณะที่พยายามทำโจทย์ให้ถูกหมด ผู้เรียนสามารถให้คำแนะนำจากเพื่อนได้ ถ้าเพื่อนตอบไม่ได้จึงถามครู

2.4.4 เมื่อผู้เรียนทำโจทย์มาถึงทักษะสุดท้ายของหน่วย ผู้เรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 ซึ่งมี 10 ข้อ คล้ายทักษะสุดท้ายที่ฝึก เพื่อจะเป็นคนให้คะแนนการทดสอบ ถ้าทำถูกอย่างน้อย 8 ข้อ เพื่อจะเซ็นชื่อรับรองว่าทดสอบแล้ว ถ้าทำผิดมากกว่า 2 ข้อ ครูจะอธิบาย แล้วให้ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 (ฉบับจำนวน) ผู้เรียนไม่อาจทดสอบประจำหน่วย ถ้าไม่มีลายเซ็นของทีมรับรองว่า ผ่านการทดสอบย่อยแล้ว

2.4.5 เมื่อผ่านการทดสอบย่อยแล้ว ผู้เรียนจะนำลายเซ็นรับรองไปยังผู้ควบคุมดูแลซึ่งมาจากทีมอื่น เพื่อขอแบบทดสอบประจำหน่วย ผู้ควบคุมดูแลจะเป็นคนตรวจให้คะแนน แต่ละวันจะมีผู้ควบคุมดูแล 2 คน ผลัดเปลี่ยนกันมาทำหน้าที่

2.5 คะแนนและรางวัลของทีม (Team Scores and Team Recognition) วันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ ครูจะรวบรวมคะแนนของทีม คะแนนที่ได้เป็นคะแนนเฉลี่ยของแต่ละทีมและคะแนนทดสอบของหน่วย เกณฑ์การจัดระดับพฤติกรรมแบ่งเป็น 3 ระดับ

2.5.1 ทีมที่มีคะแนนสูงสุด เรียกว่า Superteam

2.5.2 ทีมที่มีคะแนนปานกลาง เรียกว่า Greatteam

2.5.3 ทีมที่มีคะแนนน้อยสุด เรียกว่า Goodteam

Superteam และ Greatteam ได้รับรางวัล

2.6 การสอนกลุ่ม (Teaching Group) ทุกวันครูจะใช้เวลา 10 - 15 นาที เรียกผู้เรียน 2 - 3 กลุ่ม ๆ ละ 1 คน ที่มีความสามารถเท่า ๆ กัน มาสอนบางมโนทัศน์ที่สำคัญ ให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนว่ามีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงอย่างไร

2.7 การทดสอบข้อเท็จจริง (Facts Tests) ใช้เวลา 3 นาที ทดสอบข้อเท็จจริงของการคูณ การหาร สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยที่ผู้เรียนได้รับเอกสารให้ไปศึกษาล่วงหน้า

2.8 การสอนทั้งชั้น (Whole-Class Units) หลังจากผู้เรียนศึกษาหน่วยไป 3 สัปดาห์ ครูจะใช้เวลาทั้งสัปดาห์สอนทั้งชั้น สอนเกี่ยวกับเรขาคณิต การชั่ง ตวง วัด เซต และวิธีการแก้โจทย์

3. Jigsaw II ผู้พัฒนาเทคนิค Jigsaw คือ เอรอนสัน (Aronson et.al, 1978) วิธีนี้เหมาะกับการสอนที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์ ในวิชาสังคมศึกษา วรรณคดี หรือการสอนมโนทัศน์ ซึ่งเหมาะกว่าการสอนทักษะ ต่อมา Robert slavin และคณะได้ปรับเทคนิคเป็น Jigsaw II

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบ Jigsaw และ Jigsaw II

Jigsaw	Jigsaw II
กลุ่ม จำนวนสมาชิกเท่าจำนวนหัวข้อที่อ่าน เนื้อหาที่ให้ศึกษา ครูมักต้องเขียนใหม่ให้ผู้เรียนอ่าน แล้วเข้าใจ โดยไม่ต้องศึกษาเพิ่มจากเอกสารอื่นและความ ยาวของแต่ละหัวข้อควรใกล้เคียงกัน	กลุ่ม จำนวน 4 คน เนื้อหาที่ให้ศึกษา มี 2 ชุด ชุดแรกเป็นเนื้อหาจากหนังสือ เรียน หรือนำมาจากเอกสารอื่น ชุดที่สองเรียกว่า Expert sheets มี 4 หัวข้อ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

Jigsaw	Jigsaw II
ขั้นตอน 1. ผู้เรียนอ่านหัวข้อของตนให้เข้าใจ 2. เล่าให้เพื่อนในกลุ่มฟัง จนครบทุกหัวข้อ 3. ทดสอบ คะแนนที่ได้ของแต่ละบุคคล	ขั้นตอน 1. ผู้เรียนอ่านเนื้อหาชุดที่ 1 เพื่อให้เข้าใจเรื่องทั้งหมด (อาจให้เป็นการบ้าน) 2. ผู้เรียนอ่าน Expert sheets คนละหัวข้ออย่างตั้งใจ 3. ให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มใหม่ (Expert group) ตามหัวข้อที่อ่าน อภิปรายร่วมกัน ประมาณครึ่งชั่วโมง จนเข้าใจทุกประเด็น 4. ผู้เรียนเข้ากลุ่มเดิม (Home group) เล่าเรื่องที่อ่าน และอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง 5. ทดสอบครอบคลุมทุกหัวข้อ คะแนนที่ได้เป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งมาจากคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน ดังนั้น ผู้เรียนจึงตั้งใจศึกษาใน Expert group เพื่อให้ได้คะแนนทดสอบสูง 6. รับรางวัลเช่นเดียวกับ STAD

การใช้ Jigsaw ในลักษณะอื่น

Jigsaw เป็นเทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีความยืดหยุ่นมากที่สุดสามารถปรับรายละเอียดของการใช้ แต่ยังคงองค์ประกอบสำคัญไว้ เช่น

1. แทนที่จะให้ผู้เรียนอ่านเนื้อหาที่ครูเตรียมให้ ให้ผู้เรียนค้นเนื้อหาจากห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต

2. แทนที่จะทำการทดสอบ หลังจากผู้เชี่ยวชาญเล่าให้เพื่อนฟัง ครูอาจให้ผู้เรียนเขียนรายงาน หรือรายงานปากเปล่าหน้าชั้น

3. แทนที่จะให้ทุกทีมศึกษาเนื้อหาเรื่องเดียวกัน ให้แต่ละทีมศึกษาทีมละหัวข้อโดยสมาชิกแต่ละคนได้ศึกษาหัวข้อย่อย แล้วเตรียมรายงานหน้าชั้นเรียน

4. Group investigation เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการค้นหา Dewey (1969) เชื่อว่าผู้เรียนต้องการเรียนรู้เรื่องประชาธิปไตย การศึกษาต้องจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน

ตัดสินใจหรือแก้ปัญหาแบบประชาธิปไตย ชั้นเรียนต้องให้โอกาสมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในกระบวนการประชาธิปไตย โดยเข้าไปศึกษา ค้นสืบสอบ ปัญหาจริง ๆ

Group investigation มักนำมาใช้สอนการเรียนรู้ที่มีประเด็นสังคม หรือจิตพิสัย การแบ่งปันกันรับผิดชอบการเรียนรู้ ช่วยสร้างความตระหนัก และความอดทนต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

วิธีการของ Group investigation มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การเลือกหัวข้อ ครูให้หัวข้อ ผู้เรียนแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ผู้เรียน จัดกลุ่ม 2 - 6 คน ตามงานให้คล่องทั้งความสามารถและเพศ

4.2 การร่วมกันวางแผน ผู้เรียน และครูร่วมกันวางแผนวิธีการเรียนรู้ และงาน กำหนดเป้าหมายของหัวข้อย่อย

4.3 การดำเนินการ ผู้เรียนนำแผนไปทำกิจกรรมและฝึกทักษะต่าง ๆ ทั้งในและนอกชั้นเรียน ครูติดตามดูความก้าวหน้าอย่างใกล้ชิด และให้ความช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

4.4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ผู้เรียนวิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 3 และวางแผนสรุปให้น่าสนใจ

4.5 การนำเสนอผลงาน กลุ่มนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาอย่างน่าสนใจและเปิดโอกาสให้เพื่อนในชั้นมีส่วนร่วมในงานของแต่ละกลุ่ม ทำให้มีความคิดที่กว้างขวางขึ้น

4.6 การประเมิน ในกรณีที่ศึกษาหัวข้อเดียว แต่ละกลุ่มละหัวข้อย่อย ผู้เรียนและครูจะช่วยกันประเมินความร่วมมือของแต่ละกลุ่มเป็นภาพรวมของชั้น

สมศักดิ์ ภู่วิภาวรรณ (2554, น. 3-4) กล่าวว่า วิธีการเรียนแบบร่วมมือ 3 วิธีต่อไปนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ วิธีการทั้ง 3 คือ

การแข่งขันเป็นทีม (Teams – Games – Tournaments) เป็นวิธีการที่ตื่นเต้นสนุกสนานที่สุด การที่ต้องแข่งขันกันในเกมส์การเรียนรู้แบบเผชิญหน้ากันทำให้เกิดความตื่นต่อนการต้องแข่งขัน ทำให้ผู้เรียนใช้เวลาอย่างเป็นประโยชน์มากขึ้น

1. การประสบความสำเร็จเป็นทีม (Student Teams – Achievement Divisions) เป็นวิธีการที่ใช้แบบทดสอบสั้น ๆ แทนเกมส์ ได้ปรึกษาช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนเป็นทีม ผู้สอนต้องใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ โดยเน้นคำถามแบบที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

2. วิธีการติดต่อภาพ (Jigsaw) เป็นการช่วยเหลือกันในกลุ่มเพื่อนจะมีแบบแผน เน้นเรื่องสิ่งที่สมาชิกนำมาให้กลุ่มมาก ในส่วนที่เกี่ยวกับความเข้าใจใน Concept และในกรณีที่นักเรียนต้องอ่านเนื้อหา จะใช้วิธีการติดต่อภาพได้ดี

ดังนั้นสรุปได้ว่าเราควรเลือกใช้ TGT หรือ STAD ถ้าเนื้อหาที่ต้องการถาม ถามในข้อความที่ต้องการคำตอบตรงไปตรงมาโดยไม่ต้องแสดงความคิดเห็น และควรใช้ Jigsaw เมื่อเรียนเกี่ยวกับแนวคิด (Concept)

ทศนา แหมมณี (2555, น. 266 - 271) รวบรวมรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือ 8 รูปแบบไว้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) มีเทคนิคการสอนดังนี้

1.1 เข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

1.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านเรา ได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระ คนละ 1 ส่วน (เปรียบเสมือนได้ชิ้นส่วนของภาพตัดต่อคนละ 1 ชิ้น) และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านเรา แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) ขึ้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียดและร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.4 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปสู่กลุ่มบ้านเรา แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เช่นนี้ สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

1.5 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคลและนำคะแนนทุกคนในกลุ่มบ้านมารวมกัน (หรือหาค่าเฉลี่ย) เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล

2. การเรียนการสอนแบบ Student Teams-Achievement Division (STAD)

การเรียนการสอนแบบ Student Teams-Achievement Division (STAD) มีขั้นตอนการสอนดังนี้

2.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

2.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านเรา ได้รับเนื้อหาสาระศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกันเนื้อหาสาระนั้นอาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจทำแบบทดสอบในแต่ละตอนและเก็บคะแนนของตนไว้

2.3 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement Score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน : ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้ : ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ : ถ้าคะแนนที่ได้คือ

-11 ลงมา	คะแนนพัฒนาการเท่ากับ	0
-1 ถึง -10	คะแนนพัฒนาการเท่ากับ	10
+1 ถึง 10	คะแนนพัฒนาการเท่ากับ	20
+11 ขึ้นไป	คะแนนพัฒนาการเท่ากับ	30

2.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านเรา นำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

3. การเรียนการสอนแบบ Team-Assisted Individualization (TAI)

การเรียนการสอนแบบ Team-Assisted Individualization(TAI) มีขั้นตอนการสอนดังนี้

3.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มตามความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

3.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

3.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบฝึกหัด

3.3.1 ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ 75% ขึ้นไป ให้ไปรับการทดสอบรวมยอดครั้งสุดท้ายได้

3.3.2 ถ้ายังทำแบบฝึกหัดได้ไม่ถึง 75% ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งทำได้แล้วจึงไปรับการทดสอบรวมยอดครั้งสุดท้าย

3.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคน นำคะแนนทดสอบรวมยอดมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

สรุปเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและธรรมชาติเนื้อหาวิชา เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงจะมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนจะมีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งมีหลายรูปแบบแต่ละรูปแบบ ล้วนเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ มีความแปลกใหม่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ผู้เรียนจะเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการคิดมากขึ้น และเกิดการพัฒนารอบด้าน

ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2542, น. 120 - 128) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกเพราะทุก ๆ คน ร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คน มีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน
2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูดแสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. เสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ร่วมกันคิดทุกคนทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มาก และวิเคราะห์และตัดสินใจเลือก
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น หารอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกัน และกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีความพยายามเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้ เป็นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ มีการปรึกษาหารือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงกระตุ้นหรือแรงจูงใจในการทำงาน และประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งผลสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคน จะนำไปสู่ผลสำเร็จของกลุ่ม และยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมได้เป็นอย่างดี ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมและนำเสนอบทเรียน ขั้นสอน ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ และขั้นสรุปบทเรียน และมีเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีหลากหลายเทคนิค คือ เทคนิคการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เทคนิคจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (TAI) เทคนิคเรียนร่วมกัน (LT) เทคนิคแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) และเทคนิคคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) เป็นต้น ดังนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและธรรมชาติเนื้อหาวิชา เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงจะมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนจะมีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งมีหลายรูปแบบแต่ละรูปแบบ ล้วนเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ มีความแปลกใหม่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

ต้องการให้การเรียนสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ผู้เรียนจะเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการคิดมากขึ้น และเกิดการพัฒนารอบด้าน

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

ความเป็นมาของโปรแกรม GSP

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.2) กล่าวว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์และแคลคูลัส เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner - Centered Learning) และเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิรนัย (Visualization) ทักษะของ กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมเดอะจีโอมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการ สาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนา พหุปัญญาอันได้แก่ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านศิลปะ เป็นโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต สามารถนำไปประยุกต์สร้างสื่อการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ได้อีกด้วย กิมวัน ธรรมใจ (2548, น. 6) กล่าวว่า โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิรนัย (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)

เสรี สุขโยธิน (2555, น.1) กล่าวว่า โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์และแคลคูลัสโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิรนัย (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านศิลปะ

สรุปได้ว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติและแคลคูลัส เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner - Centered Learning) และเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) จึงมีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้และเรียนรู้ด้วยความหมาย โดยโปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์และ ทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอัน ได้แก่ ปัญญาทางด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านศิลปะต่าง ๆ

ความสำคัญและความสามารถของโปรแกรม GSP

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, น. 1 - 2) ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้และเรียนรู้ด้วยความหมายจึงได้พิจารณาโปรแกรมต่าง ๆ และเห็นว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ครูสามารถเรียนรู้ได้ไม่ยากนักและเกิดแนวคิดในการนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะการจินตนาการเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง การวาดและการนึกภาพเป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิชาคณิตศาสตร์ทักษะเบื้องต้นที่สอนในวิชาเรขาคณิตคือ การใช้วงเวียนและสันตรงในเรื่องการสร้างส่วนในวิชาพีชคณิตมีการเขียนกราฟของฟังก์ชันแต่การใช้ กระดาษและดินสอสร้างงานยังคงต้องใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งพบว่ามีอุปสรรคที่สำคัญ 2 ข้อ คือ

ข้อที่หนึ่งการสร้างแต่ละครั้งต้องใช้เวลาและเมื่อสร้างเสร็จแล้วรูปที่ได้ก็ไม่ได้มีการเคลื่อนไหว จากอุปสรรคข้อแรกการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตัวอย่างเช่น The Geometer's Sketchpad จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลาได้ด้วยการใช้คำสั่งต่าง ๆ เช่น แบ่งครึ่งมุมและสะท้อนซึ่งจะแสดงผลให้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับกรสร้างบนกระดาษนอกจากนี้ The Geometer's Sketchpad ยังช่วยให้เราสามารถสร้างและสำรวจได้หลากหลายวิธีตั้งแต่อย่างง่ายไปจนถึงซับซ้อนขึ้นในเวลาอันจำกัดอุปสรรค

ข้อที่สองของการสร้างรูปด้วยกระดาษและดินสอคือรูปนั้นจะ “นิ่งอยู่กับที่” การสร้างที่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริงนั้น (มุมที่กำหนดเท่ากัน) เป็นความจริงเชิงคณิตศาสตร์แต่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริง เนื่องจากเลือกสร้างขึ้นมาว่าเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะว่าอะไรที่เป็นจริงเพียงบางครั้งและอะไรจะเป็นจริงเสมอโดยไม่ต้องกลับไปสร้างรูปใหม่หลาย ๆ รูปในทำนองเดียวกันอาจจะยากที่จะสรุปเรื่องของวงค์เส้นโค้ง (Family of Curves) ต่าง ๆ เช่น สมการ $y = mx + b$ โดยไม่ต้องเขียนกราฟของสมการ เหล่านั้นหลาย ๆ เส้นความงามที่เกิดจากการสร้างโดยใช้ Sketchpad คือสามารถทำให้เคลื่อนไหวได้ รูปที่สร้างด้วย Sketchpad สามารถลากบีบให้มีขนาดเล็กลงหรือยืดขยายได้อีกนัยหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงที่ยังคงรักษาสมบัติทางคณิตศาสตร์ไว้เสมอขณะที่ทำให้รูปมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างจะยังคงมีอยู่ส่วนสมบัติบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงได้จะเป็นสมบัติที่ไม่ได้ กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างอย่างแท้จริงจะเห็นว่ารูปบน Sketchpad มีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้สามารถสำรวจผลที่เป็นไปได้หลาย ๆ กรณีตามเงื่อนไขของการสร้างสิ่งเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการจำแนกแหว่งสมบัติที่เป็นจริงบางครั้งและสมบัติที่เป็นจริงเสมอในทุก ๆ สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยนัยเดียวกัน การเคลื่อนไหวตัวพารามิเตอร์ m และ b ของสมการ $y = mx + b$ เป็นตัวอย่างที่ทำให้สามารถ สำรวจวงค์เส้นโค้ง (Family of Curves) ทั้งหมดด้วยการเขียนกราฟเพียงครั้งเดียว

เสรี สุขโยธิน (2555, น. 2) กล่าวว่า GSP เป็นโปรแกรมที่ครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมาก สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบาย เนื้อหาที่ยาก ๆ เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส) ฟิสิกส์ (กลศาสตร์และอื่น ๆ) ให้เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจง่ายและโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ อย่างไม่มีข้อจำกัด ในเนื้อหาการแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง รูปแบบเดิม นักเรียนจะใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวหรือและใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง โดยตั้งต้นที่จุดเริ่มต้นของเส้นตรง กางวงเวียนให้เลยจุดกึ่งกลาง แล้ววาดเส้นโค้ง จากนั้นตั้งต้นที่จุดสิ้นสุดของเส้นตรงอีกด้าน แล้วลากเส้นโค้งโดยวิธีเดียวกัน เพื่อหาจุดตัด เป็นเส้นจุดกึ่งกลางของเส้นตรง หากใช้โปรแกรม GSP ก็ใช้วิธีการแบ่งครึ่งของเส้นตรงโดยยึดหลักการเดียวกัน ได้คิดเหมือนกัน ได้ลงมือปฏิบัติเช่นกัน แต่กลับทำได้รวดเร็วกว่ามาก การแสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่า รูปสามเหลี่ยมไม่ว่าจะเป็นรูปสามเหลี่ยมลักษณะใดจะมีผลรวมของขนาดของมุมภายในเป็น 180 องศาเสมอ โปรแกรม GSP จะช่วยได้ดีมาก โดยครูสร้างรูปสามเหลี่ยมขึ้นมาหนึ่งรูป กำหนดให้โปรแกรมแสดงขนาดของมุมภายในทั้ง 3 มุมของรูปสามเหลี่ยมและให้โปรแกรมหาผลรวมของขนาดของมุมทั้งสาม จากนั้นครูสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของรูป

สามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นนั้นให้เป็นแบบต่าง ๆ โปรแกรมจะแสดงให้เห็นว่า ขนาดของมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมเปลี่ยนไป แต่ผลรวมของขนาดของมุมทั้งสามยังคงเท่ากับ 180 องศาเสมอ หรือการแสดงให้เห็นว่า เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่ง ทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา โปรแกรม GSP จะช่วยให้การสอนเรื่องนี้ทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้น โดยครูสร้างเส้นขนานคู่หนึ่งและเส้นตรงหนึ่งเส้นให้ตัดเส้นขนานคู่ที่สร้างขึ้น แล้วกำหนดให้โปรแกรมแสดงขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดและให้แสดงผลรวมของขนาดของมุมภายในคู่หนึ่ง ซึ่งจะได้เท่ากับ 180 องศา หลังจากนั้นครูสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของเส้น คู่ขนานหรือเส้นตัด ให้มีลักษณะต่าง ๆ ผลรวมของขนาดของมุมภายในก็ยังคงเป็น 180 องศา โปรแกรมนี้ทำให้ครูและนักเรียนมีเวลาในการเรียนการสอนมากขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลานานในการสร้างรูป เรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ อีกทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การสอนด้วยโปรแกรม GSP ยังทำให้นักเรียนเรียนได้สนุก เข้าใจได้เร็ว และน่าตื่นเต้น นอกจากนี้ การใช้ GSP สร้างสื่อการสอนและใบงาน ยังทำได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศอื่น ๆ GSP สามารถสร้างเกมสนุก ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้มากมาย ยกตัวอย่างเช่น เด็ก ๆ จะได้สนุกกับการสร้างใบหน้าคนจากเส้น โค้ง เส้นตรง วงกลม สี่เหลี่ยม ที่แสดงอารมณ์ ปกติและอารมณ์โกรธ และทดลองสร้างภาพด้วยตัวเอง นอกจากนี้ สำหรับนักออกแบบโปรแกรม GSP ยังใช้สร้างแผนภาพ รูปร่าง รูปทรงสามมิติได้มากมาย โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นมิติใหม่ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกเข้าใจง่ายและเป็นรูปธรรม เส้นแต่ละเส้น โค้งแต่ละโค้ง มุมแต่ละมุม รูปทรงหลากหลายแบบ เสริมสร้างประสิทธิภาพให้แก่เยาวชนทั้งด้านความคิดและจินตนาการ

ลักษณะสำคัญของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีดังนี้

1. ความสามารถในการใช้คำจำกัดความในเรื่องกราฟและความแตกต่างของเครื่องมือที่สมบูรณ์แบบซึ่งพัฒนาให้ใช้ได้กับวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิตตรีโกณมิติพีชคณิตและแคลคูลัส อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกลศาสตร์และวิชาศิลปะ
2. รูปแบบการเคลื่อนที่ (Animation) ทำให้มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการใช้
3. สามารถใช้งานได้หลากหลายด้วยเครื่องมือลักษณะพิเศษเฉพาะและสร้างแฟ้มเอกสารทางอิเล็กทรอนิกส์การนำเสนอและการออกแบบกิจกรรมการแบ่ง/ผสานและแก้ไขในเรื่องการ คำนวณสามารถดัดแปลงให้ใช้งานได้ง่าย เป็นต้น
4. การใช้ในการคำนวณและฟังก์ชันต่าง ๆ ง่ายต่อการดัดแปลงรูป (Split/Merge)
5. ผู้ใช้สามารถบูรณาการไปสู่กิจกรรมทางเรขาคณิตบนเว็บ (Web-base) ได้

6. สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการของวินโดวส์(Windows) และแมคอินทอช (Macintosh)

7. สามารถสร้างรูปที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

8. เพิ่มกราฟิกให้มีสีสันของวัตถุตัวอักษรและพื้นหลังที่น่าประทับใจ

9. ใช้เพิ่มสีในมิติพิเศษ (Parametric Colour) ในมุมมองที่มากขึ้นทำให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในระดับเริ่มต้นและระดับสูง

10. สามารถเลือกวัตถุ (Multiple Objects) ได้ง่ายและมากขึ้น

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่าโปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่ครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมาก สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบาย เนื้อหาที่ยาก ๆ เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส) ฟิสิกส์ (กลศาสตร์และอื่น ๆ) ให้เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจง่ายและโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ ซึ่งโปรแกรมนี้ทำให้ครูและนักเรียนมีเวลาในการเรียนการสอนมากขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลานานในการสร้างรูปเรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ อีกทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การจัดการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม GSP ยังทำให้นักเรียนเรียนได้สนุก เข้าใจได้เร็ว และเกิดความตื่นเต้น นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP สร้างสื่อการสอนและใบงาน ยังทำได้รวดเร็วและแม่นยำ ดังนั้นใช้โปรแกรม GSP สามารถสร้างเกมสนุก ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้มากมาย

การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) รายละเอียดดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 1-85) กล่าวถึงลักษณะการใช้งานเบื้องต้นดังต่อไปนี้ คือ

1. การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตการสร้างรูปเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานของการศึกษาเรขาคณิตนั้น สามารถทำได้ด้วยวงเวียนและสันตรงการใช้ The Geometer's Sketchpad ในการช่วยสอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตนี้ สามารถตรวจสอบร่องรอยการสร้างได้จากคำสั่งแสดงสิ่งที่ซ่อนไว้ ทั้งหมดการสร้างรูปเรขาคณิตต้องอาศัยความรู้เรื่องการสร้างพื้นฐาน 6 แบบดังนี้

1.1 การสร้างส่วนของเส้นตรงที่ยาวเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

1.2 การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

1.3 การสร้างมุมที่มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้

1.4 การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้

1.5 การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้

1.6 การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้

2. การสร้างตารางความสัมพันธ์โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีสมบัติที่เอื้อให้ครูใช้สร้างตารางความสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เช่น ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาวพื้นที่ เส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อเรากำหนดจุดใดจุดหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมจะทำให้ข้อมูลในตารางเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์

3. การแปลงทางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิตประกอบไปด้วยการสะท้อน การหมุนการเลื่อนขนานและการย่อ/ขยายซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น เช่นการสะท้อน

4. การสร้างกราฟโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถสร้างกราฟได้อย่างง่ายมากทำให้นักเรียนได้สำรวจลักษณะของกราฟเมื่อมีค่าของตัวแปรเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่ต้องสร้างรูปกราฟขึ้นมาใหม่ เช่น กราฟสมการเชิงเส้น กราฟของพาราโบลา กราฟของภาคตัดกรวย กราฟฟังก์ชัน

5. การสร้างรูปสามมิติโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถสร้างเป็นรูปสามมิติได้และสามารถเคลื่อนไหว (Animation) ให้เห็นลักษณะของรูปได้รอบด้านสามมิติในระนาบแกน x, y และ z

6. การพิสูจน์ทางเรขาคณิตโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถแสดงการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น การพิสูจน์เกี่ยวกับพีระมิด

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสอนคณิตศาสตร์มีผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการสอนไว้หลายท่านดังนี้

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547, น. 22) สรุปว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือที่ใช้กับเนื้อหาเรขาคณิตแบบ Euclidean หรือ Non-Euclidean พีชคณิต แคลคูลัสและตรีโกณมิติในการเรียนรู้บทสนทนาทางเรขาคณิตนั้น โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดการสำรวจ และทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความสามารถในการสร้างสื่อการสอนวิชาเรขาคณิตและวิชาอื่น ๆ เช่นฟิสิกส์ เป็นต้น

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547, น.67) ได้จัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนใช้ โปรแกรม GSP โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ชื่อนำเป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูปและใช้การถามตามสรุปเนื้อหาคาบที่ผ่านมา

2. ขั้นสอนนักเรียนเรียนเนื้อหาใหม่โดยทำกิจกรรมตามใบงานมีขั้นตอนย่อย ๆ

คือ

2.1 ขั้นการสร้างรูปให้นักเรียนสร้างรูปโดยใช้โปรแกรม GSP

2.2 ขั้นการทดลอง (เพื่อหาข้อค้นพบ) หลังจากนักเรียนสร้างรูปแล้วให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานโดยใช้เครื่องมือในโปรแกรมวัดขนาดหรือความยาวนักเรียนสังเกตวิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบ

2.3 ขั้นสรุปข้อค้นพบนักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ

3. ขั้นสรุปนักเรียนเปิดไฟล์สำเร็จรูปซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหาหลังการเรียน จาก

ข้อมูลข้างต้น

นัยนา บุญสมร (2550, 7) ใช้โปรแกรม GSP ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 ขั้นคือ

1. ชื่อนำเป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือไฟล์สำเร็จรูป

2. ขั้นสอนมีขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ขั้นสำรวจเป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรมเดอะจีอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

2.2 ขั้นตั้งข้อคาดเดาเป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียนต้องพิจารณาจากกิจกรรมการสำรวจในขั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในขั้นข้อคาดเดา

2.3 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผลเป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนตามใบงาน เช่น เขียนฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันหรือโยกรูปดั้งรูปจากไฟล์สำเร็จรูปที่ครู เตรียมให้เพื่อให้นักเรียนสังเกตวิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบด้วยตนเองให้นักเรียนแสดงผลในกรณีที่ นักเรียนคิดว่าข้อคาดเดาของนักเรียนไม่ถูกต้อง

3. ขั้นสรุปผลเป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบจากการทำกิจกรรมใน 3 ขั้น

เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550, น.6) ใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นสำรวจค่าหรือลักษณะต่าง ๆ ของรูปภาพที่มีการเคลื่อนไหวได้โดยนักเรียนเป็นผู้สำรวจด้วยการลาก (Drag) ค่าของตัวแปรเลื่อนไปมาจากไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยได้สร้างโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

2. ขั้นตั้งข้อคาดเดา (Conjecture) เป็นขั้นที่จะมีข้อความขึ้นต้นและข้อความในวงเล็บมาให้ให้นักเรียนเลือกการเลือกนั้นนักเรียนจะต้องพิจารณาจากกิจกรรมที่สำรวจตามหัวข้อเพื่อนำมาตอบในขั้นตั้งข้อคาดเดา

3. ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล (Investigation) เป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยใช้สื่อที่สร้างจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ซึ่งเป็นไฟล์สำเร็จรูปโดยการลาก (Drag) ค่าของตัวแปรเลื่อนไปมาแล้วตรวจสอบว่ารูปที่เกิดขึ้นถูกต้องตามข้อคาดเดาหรือไม่

4. ขั้นสรุปผล (Conclusion) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม มัลลิกา พาณิชย์ (2553, น.6) ใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นการสร้างรูปเป็นการให้นักเรียนสร้างรูปที่เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยโปรแกรมจีเอสพี ถ้านักเรียนไม่สามารถสร้างได้ครูช่วยแนะนำขั้นตอนเพิ่มเติม

2. ขั้นการทดลอง (เพื่อหาข้อค้นพบ) หลังจากสร้างรูปเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนปฏิบัติตามงานโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในโปรแกรมเพื่อสำรวจสร้างรูปการทำงานหมุนรูปเรขาคณิตสามมิติ ด้านหน้าด้านข้าง ด้านบน เพื่อให้ให้นักเรียนสังเกตวิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบและทำความเข้าใจในความสัมพันธ์ ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

3. ขั้นการสรุปข้อค้นพบนักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้มาสรุปเป็นหลักการเมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนแล้วให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปในเรื่องที่เรียน

ตารางที่ 2.4 วิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547)	นัยนา บุญสมร (2550)	เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550)	มัลลิกา ผาจินทา (2553)
1. ชี้นำเป็นขั้นที่ครู ทบทวนความรู้เดิม ของนักเรียน 2. ขั้น สอน นักเรียน เรียนเนื้อหาใหม่ 2.1 ขั้นการสร้างรูป 2.2 ขั้นทดลอง 2.3 ขั้นสรุปข้อ ค้นพบ 3. ขั้นสรุปนักเรียน	1. ชี้นำ 2. ขั้นสอน 2.1 ขั้นสำรวจ 2.2 ขั้นตั้งข้อ คาดเดา 2.3 ขั้นสืบเสาะ หาเหตุผล 3. ขั้นสรุป	1. ขั้นสำรวจ 2. ขั้นตั้งข้อคาดเดา 3. ขั้นสืบเสาะหา เหตุผล 4. ขั้นสรุปผล	1. ขั้นการสร้างรูป 2. ขั้นการทดลอง (เพื่อหาข้อค้นพบ) 3. ขั้นการสรุปข้อค้นพบ

สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือที่ใช้กับเนื้อหาเรขาคณิตแบบ Euclidean หรือ Non-Euclidean แล้วยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบ สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดการสำรวจ และทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม อย่างเนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตคือการแปลงทางเรขาคณิตประกอบไปด้วยการสะท้อน การหมุน การเลื่อนขนานและการย่อ/ขยาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้นเช่นการสะท้อน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำ เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้คำถามหรือไฟล์สำเร็จรูป
2. ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อยดังนี้

- 2.1 ขั้นสำรวจเป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูปในการสำรวจรูปต้นแบบที่กำหนด
- 2.2 ขั้นตั้งข้อคาดเดาเป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียนต้อง

พิจารณาจากกิจกรรมการสำรวจในขั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในขั้นข้อคาดเดา

2.3 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผลเป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนตามใบงาน

3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้โดยใช้ไฟล์สำเร็จรูปสรุปเนื้อหาจนถึงได้ผลงานงานออกมา

ประโยชน์ของโปรแกรม GSP ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

เสรี สุขโยธิน (2556, น.1) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของโปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) คือสามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เป็นจริง ทำให้เข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น เช่น การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่าที่ปรับขนาดของด้านและมุมได้ ก็สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ทำให้รู้จักการคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างสมมุติฐานอันจะนำไปสู่การทดลองเพื่อสรุปผล เช่น การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ตอบปัญหาที่ต้องคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างยากลำบากได้อย่างง่ายดาย เช่น การหาพื้นที่ที่ทับซ้อนกันของรูปวงกลมสองรูป เพิ่มความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานด้านศิลปะทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบที่สวยงาม เช่น การสร้างรูปธงอาเซียน การสร้างคลื่นน้ำ สามารถนำโปรแกรมนี้ไปออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์วัสดุที่สวยงามได้มากมาย เช่น การออกแบบลายผ้า โคมไฟ เป็นต้น

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีประโยชน์มากในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งประโยชน์ที่ได้คือ สามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เป็นจริง ทำให้เข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้รู้จักการคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างสมมุติฐานอันจะนำไปสู่การทดลอง เพื่อสรุปผล ตอบปัญหาที่ต้องคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างยากลำบากได้อย่างง่ายดายและเพิ่มความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานด้านศิลปะทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบที่สวยงาม รวมทั้งสามารถออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์วัสดุที่สวยงามได้มากมาย เช่น การออกแบบลายผ้า โคมไฟ

ทักษะความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1956, น. 128) ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกล่าวไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วและมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดลออ คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดและการนำไปใช้

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็วกว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดมีอยู่ 4 ชนิด

- 1) รูปภาพ
- 2) สัญลักษณ์
- 3) ภาษา
- 4) พฤติกรรม

กิลฟอร์ด กล่าวโดยสรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถด้านสมองที่จะคิดได้หลายแนวทางหรือคิดได้หลายคำตอบ เรียกว่า การคิดแบบอนैनัย

Torrance (1962, น.16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ อาจเกิดจากการรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่จำเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง ซึ่งอาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์

Wallach and Kogan (1965, น. 13 - 20) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึงความคิด โยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถจะคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์เป็นลูกโซ่

สุพัตรา ทาวงศ์ (2526, น. 3) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการคิดของสมองซึ่ง มีความสามารถในการคิดได้หลากหลายและแปลกใหม่จากเดิม โดยสามารถนำไปประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการได้อย่างรอบคอบและมีความถูกต้อง จนนำไปสู่การคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่หรือรูปแบบความคิดใหม่ นอกจากลักษณะการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวนี้แล้ว ยังมีความสามารถมองความคิดสร้างสรรค์ในหลาย ซึ่งอาจจะมองในแง่ที่เป็นกระบวนการคิดมากกว่าเนื้อหาการคิด โดยที่สามารถใช้ลักษณะการคิดสร้างสรรค์ในมิติที่กว้างขึ้น เช่น การมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน การเรียนหรือกิจกรรมที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ด้วย อย่างเช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือการเล่นกีฬาที่ต้องสร้างสรรค์รูปแบบเกมให้หลากหลายไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อไม่ให้คู่ต่อสู้รู้ทัน เป็นต้น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะการคิดสร้างสรรค์ในเชิง

วิชาการ แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะการคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ที่กล่าวนี้ต่างก็อยู่บนพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ โดยที่บุคคลสามารถเชื่อมโยงนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ดี

อารี พันธุ์ณี (2537, น. 25) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนินทรีย์ อันนำไปสู่การคิดพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประดิษฐ์ จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เห็นเหตุผล เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่จินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือเรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงาน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2554, น. 79) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ เป็นการคิดที่ไม่ธรรมดาหรือเป็นการกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใครอย่างมีความแปลกใหม่ เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้จาก

1. ผลงาน (Product) ที่ผลิต
 2. กระบวนการ (Process) ที่จัดกระทำ
 3. ทักษะ (Skill) ที่ใช้ในแง่ความคล่องแคล่ว
 4. บุคลิกภาพ (Personality Traits) ของบุคคล
 5. เงื่อนไขสิ่งแวดล้อม (Environmental Conditions) ที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์
- กินนอนส์ (Kinnon's, 1962) ศึกษาผู้ใหญ่ที่มีความคิดสร้างสรรค์ พบว่าบุคคลเหล่านี้

เมื่อเด็กมีตัวแปรต้นด้านครอบครัวดังนี้ คือ

1. พ่อแม่ยอมรับในตัวลูก
2. เชื่อมั่นในความสามารถของลูก
3. ให้อิสระในการสำรวจและตัดสินใจ
4. วินัยที่สร้างต้องสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ
5. ค่านิยมของครอบครัวเน้นที่ความซื่อสัตย์ คุณภาพ ความพยายาม ความสำเร็จและ

ความทะเยอทะยาน บ้างจึงกล่าวสามารถฝึกหรือจัดกระทำได้ทั้งที่บ้านและโรงเรียน เพื่อช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่เด็ก

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้หลายทิศหลายทาง หรือคิดได้หลายคำตอบและความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของ

สิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์นี้อาจเป็นความคิดใหม่ผสมผสานกับประสบการณ์ก็ได้ ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้จาก

1. ผลงาน (Product) ที่ผลิต
 2. กระบวนการ (Process) ที่จัดกระทำ
 3. ทักษะ (Skill) ที่ใช้ในแง่ความคล่องแคล่ว
 4. บุคลิกภาพ (Personality Traits) ของบุคคล
 5. เงื่อนไขสิ่งแวดล้อม (Environmental Conditions) ที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์
- องค์ประกอบทักษะความคิดสร้างสรรค์**

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นี้ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด Guilford (1967, น. 62) ซึ่งเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า คิดออกนอกรอบ (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p.145-151) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับ ซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอนแม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expression Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิดแบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดได้ว่าประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่ยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร เท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการคิดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความยืดหยุ่นจะคิดคิดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

อารี รังสินันท์ (2527, น. 24 - 34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idia เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่น ที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการคิดแปลง เป็นความสามารถในการคิดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิดและประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

ดังนั้นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญาและความคิด แต่ที่จะใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มี 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ทฤษฎีความคิดสองลักษณะและทฤษฎีโมเดล ทฤษฎีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวมาแล้ว คือ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford, 1956, p.53) แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ คือ

1. เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่สมองรับเข้าไปคิดมี 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

2. วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ลักษณะกระบวนการทำงานของสมองแบบต่าง ๆ มี 5 แบบ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ ความจำ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) การคิดแบบอนเอกนัย และการประเมินผล

3. ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดทำของความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลผลิตของความคิดออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ การแปลงรูป และการประยุกต์จากแบบ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดนี้จะเห็นว่องค์ประกอบส่วนหนึ่งในมิติที่ว่าด้วยการคิดแบบอนเอกนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ และองค์ประกอบส่วนหนึ่งในมิติที่ว่าด้วยผลของคิดที่เรียกว่า การแปลงรูปเป็นส่วนที่แสดงถึงความคิด

สมศักดิ์ ภู่วิภาดารรรณ (2554, น. 79) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอนเอกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่ม (Originality)
4. ความคิดละเอียดละอ (Elaboration)

กิจกรรมการเรียนการสอนใดจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์มาน้อยเพียงใดสามารถพิจารณาได้จากผลผลิตหรือกระบวนการในการเรียนรู้ตามองค์ประกอบทั้ง 4 ดังตารางที่

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานค่าความคิดสร้างสรรค์

ต่ำ		สูง
● ปริมาณน้อย	ความคิดคล่อง	● ปริมาณมาก
● ขาดความหลากหลาย ● แข็ง – เปลี่ยนแปลงยาก ● ขอบเขตจำกัด	ความคิดยืดหยุ่น	● เอกลักษณะเฉพาะตัว ● มีจินตนาการ ● ไม่ธรรมดา
● ไม่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ● ไม่มีจินตนาการ ● ธรรมดา	ความคิดริเริ่ม	● เอกลักษณะเฉพาะตัว ● มีจินตนาการ ● ไม่ธรรมดา
● ขาดรายละเอียด ● ไม่ตกแต่ง ● ง่าย	ความคิดละเอียดลออ	● มีรายละเอียด ● ตกแต่ง ● ซับซ้อน

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณในเวลาที่กำหนด
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธมณี (2537, น. 187 - 185) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามรถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์ขึ้น สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้นอารี พันธมณี ได้สรุปไว้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ ศึกษาจากแบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการ และได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดวิธีหนึ่งในหลาย ๆ วิธี เช่น การวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่นและการทำกิจกรรม โดยสังเกตพฤติกรรมการเล่นแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบาย และบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน ตลอดจนการเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่น และคิดเกมใหม่ ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกรับซึ่งต่อความสวยงาม เป็นต้น หรือใช้การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเก๋บ้าน การตั้งชื่อแปลก ๆ ลักษณะการเป็นผู้นำ การสร้างหรือต่อบล็อกของเด็ก เป็นต้น และมาร์กี ยังสรุปข้อคิดไว้ว่า ไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดวิธีเดียวที่จะวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ได้ครอบคลุมทุกด้าน และวิธีสอบหนึ่ง ๆ จะไม่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ทุกวัย และทุกระดับชั้น ทอเรนซ์ (Torrance, 1965) ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็ก ด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่นการสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เป็นประโยชน์โดยปราศจากสิ่งเร้า

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็นมักใช้เด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะนักเรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และปาสคาล พบว่า

บุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่อวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอน และกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด จำนวน 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดริเริ่ม

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความหมายของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลทางการศึกษา (Educational Measurement) คือ กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลทางการศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน โดยอาศัยเครื่องมือ / วิธีการวัดทางการศึกษา ซึ่งอาจทำได้มากมายหลายวิธี ได้แก่ การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน การสอบถาม / สัมภาษณ์การดูจากผลงานที่ส่งและจากปฏิกิริยา / การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษานี้ จะนำไปสู่ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) ต่อไป

ความหมายของการวัดและการประเมินผล

การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน มีความหมายครอบคลุม กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ และเกี่ยวข้องกัน 2 ลักษณะ คือ “การวัดผล” และ “การประเมินผล” ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของการวัดผล และการประเมินผลไว้หลายท่านดังนี้

ความหมายของการวัด (Measurement)

บุญชม ศรีสะอาด (2540, น. 21) กล่าวว่า การวัด (Measurement) หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่นๆ แทนปริมาณ หรือคุณภาพ หรือคุณลักษณะ

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545, น. 3) ให้ความหมายของคำว่า “การวัดผล” (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล สิ่งของหรือเหตุการณ์อย่างมี

กฎเกณฑ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่จะวัด โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ปัญหาหรือสิ่งที่จะวัด

2. เครื่องมือวัดหรือเทคนิควิธีในการรวบรวมข้อมูล

3. ข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณจะต้องมีจำนวนและหน่วยวัด หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะต้องมีรายละเอียดที่แสดงคุณลักษณะซึ่งอาจไม่ใช่ตัวเลข

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, น. 11) ได้แบ่งวิธีการวัดผลเป็น 2 วิธี ได้แก่

1. การวัดผลทางตรง หมายความว่า เป็นความสามารถในการวัดสิ่งนั้น ๆ ได้โดยตรงจริงๆ สิ่งที่ต้องการวัดมีรูปธรรม เช่น วัดความยาวของโต๊ะ ซึ่งการวัดแบบนี้มีโอกาสดูคุณลักษณะที่เป็นจริงอยู่มาก เรียกว่าเป็นการวัดด้านกายภาพ

2. การวัดผลทางอ้อม หมายถึง การวัดคุณลักษณะหนึ่งโดยอาศัยวัดจากอีกสิ่งหนึ่ง เช่น การวัดผลการเรียน การวัดเชาวน์ปัญญา การวัดเจตคติ การวัดความกังวลใจ เป็นต้น คุณลักษณะเหล่านี้เอาเครื่องมือไปหาวัดโดยตรงไม่ได้ ต้องผ่านกระบวนการทางสมอง (Mental Process) ก่อนเสมอ

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น. 1) กล่าวว่า การวัดผล (measurement) หมายถึง กระบวนการหาปริมาณหรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งมาวัด ผลจากการวัดมักจะออกมาเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์ หรือข้อมูล

จากความหมายของการวัดดังกล่าว สรุปได้ว่า การวัดผลเป็นกระบวนการที่จะให้ได้มาซึ่งตัวเลขหรือสัญลักษณ์ ที่มีความหมายแทนพฤติกรรมหรือคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องการวัดอย่างมีกฎเกณฑ์ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง ผลจากการวัดมักจะออกมาเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์หรือข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการวัดผลเป็น 2 วิธี ได้แก่

1. การวัดสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น การวัดความสูง ความยาว ความเร็ว เป็นต้น การวัดแบบนี้สามารถแปลความหมายของสิ่งที่จะวัดได้โดยตรงด้วยการอ่านค่าตัวเลขที่ปรากฏบนเครื่องมือวัด

2. การวัดในสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น การวัดระดับสติปัญญา การวัดความถนัด การวัดเจตคติ การวัดความสนใจ เป็นต้น การวัดแบบนี้จำเป็นต้องนิยามสิ่งที่จะวัดเสียก่อนว่ามีลักษณะอย่างไรแล้วจึงสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมนั้น ๆ

ความหมายของการประเมินผล (Evaluation)

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538, น. 7) กล่าวว่า ประเมินผล หมายถึง กระบวนการที่ต่อเนื่องจากการวัด โดยมีการตรวจสอบตัดสินคุณค่าที่ได้จากการวัดอย่างมีเหตุผลด้วย กฎเกณฑ์

หรือมาตรฐานเป็นตัวกำหนดว่าคุณลักษณะที่วัดนั้นมีคุณค่าอย่างไร การประเมินผลการเรียนที่ดีควรจะต้องมีข้อมูลมากพอที่จะประเมินผลได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง จึงจะสามารถตัดสินคุณค่าการเรียนการสอนได้อย่างแม่นยำ

อารีย์ วัชรวรากร (2542, น. 4) กล่าวถึงความหมายของการประเมินผลไว้ว่า การประเมินผลเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใด ๆ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลช่วยให้ผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการแก้ไข ปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนให้ดีขึ้นกว่าเดิมได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 12) กล่าวถึง ความหมายของการประเมินผลไว้ว่า เป็นกระบวนการพิจารณาตัดสินที่เป็นระบบครอบคลุมถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

จากความหมายของการประเมินผลดังกล่าว สรุปได้ว่า การประเมินผลเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใด ๆ แล้วนำข้อมูลทั้งหลายที่ได้จากการวัดมาพิจารณาวิเคราะห์ แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขวิธีการเรียนการสอนให้ดีขึ้นกว่าเดิม

จุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผล

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538, น. 8-9) กล่าวว่า จุดประสงค์ของการวัดและการประเมินผลมีดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่งและวินิจฉัย เป็นการประเมินก่อนเริ่มต้นการเรียนการสอนของแต่ละบทเรียนหรือแต่ละหน่วย เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนเพียงใด ซึ่งจะช่วยให้รู้ว่าในระหว่างการเรียนรู้ ผู้เรียนควรมีความรู้เพิ่มอย่างไร และเป็นการพิจารณาว่าในการสอนอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน อนึ่งหากว่าผลการประเมินผลก่อนเรียนพบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในเรื่องที่จะสอน ก็จำเป็นต้องรับการสอนซ่อมเสริมให้มีพื้นฐานที่พอเพียงเสียก่อนจะเริ่มต้นสอนเนื้อหาในหน่วยการเรียนต่อไปได้

2. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน หรือบางทีเรียกว่าการประเมินผลย่อย การประเมินผลนี้ใช้ระหว่างที่กำลังเรียนกำลังสอน หากผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้สอนก็จะหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังใช้ผลการประเมินเพื่อตรวจสอบตัวผู้สอนเองเป็นผลจากการสอนเนื้อหาเรื่องหนึ่งปรากฏว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้สอนอาจจะตรวจสอบว่าการสอนของตนเป็นอย่างไร เตรียมการสอนมาดีหรือไม่ การอธิบายเป็นอย่างไร ชัดเจนดีหรือไม่ เมื่อผู้สอนตรวจสอบดูแล้วหากพบข้อบกพร่องจุดใดก็แก้ไขตรงตามจุดนั้น

3. เพื่อตัดสินผลการเรียนการสอน หรือเรียกว่าการประเมินผลรวมใช้หลังจากผู้เรียนได้เรียนไปแล้วช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือสิ้นสุดการเรียนบทหนึ่งหรือหลายบท ผลจากการประเมินผลจะใช้ในการตัดสินผลการเรียนการสอน หรือตัดสินใจว่าผู้เรียนคนใดควรจะได้รับระดับคะแนนใด และนอกจากนี้ยังใช้ในการพยากรณ์ผลสำเร็จในรายวิชาที่ต่อเนื่องต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 11) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผล เป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ 3 ประการดังนี้

1. เพื่อการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ซึ่งอาจประเมินได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะจำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้ (1) เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน (2) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนพิจารณาเลือกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้วยการเลือกเนื้อหาสาระ กิจกรรม แบบฝึกหัด อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่เหมาะสม และตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.2 ประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันที (2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทเรียนใดได้เร็วกว่าที่กำหนดไว้ก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

2. เพื่อใช้ผลการประเมินในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และใช้ผลการทดสอบเพื่อตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้น รวมทั้งนำผลการเรียนรู้นี้ดังกล่าวไปใช้เพื่อแนะแนวทางการศึกษาต่อ

3. เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาและพัฒนาหลักสูตรต่าง ๆ

จากจุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผลดังกล่าว สรุปได้ว่า การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์มีจุดประสงค์ 1) เพื่อจัดตำแหน่งและวินิจฉัย โดยการประเมินก่อนเรียนเป็น

การประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและทักษะของนักเรียนว่าเพียงพอที่จะเรียนในเรื่องที่จะสอนหรือไม่ 2) เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือประเมินระหว่างเรียน ใช้ระหว่างที่กำลังเรียน กำลังสอน โดยคือนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด หากไม่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นผู้สอนจะต้องหาทางแก้ไขทันที 3) เพื่อตัดสินผลการเรียนการสอนหรือการประเมินผลรวมจะใช้หลังจากนักเรียนได้เรียนบทเรียนหรือหน่วยการเรียนนั้นเสร็จสิ้นแล้ว โดยนำมาใช้ในการตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้น

ประเภทของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น.68) กล่าวว่า การทราบว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบ่งประเภทเป็นอย่างไรบ้างจะช่วยให้ผู้สอนออกแบบการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนยิ่งขึ้น ในที่นี้ได้นำเสนอประเภทของการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จำแนกตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน มี 4 ประเภท ซึ่งมีความแตกต่างกันตามบทบาท จุดมุ่งหมาย และวิธีการวัดและประเมิน ดังนี้

1.1 การประเมินเพื่อจัดวางตำแหน่ง (Placement Assessment) เป็นการประเมินก่อนเริ่มเรียน เพื่อต้องการข้อมูลที่แสดงความพร้อม ความสนใจ ระดับความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียน เพื่อให้ผู้สอนนำไปใช้กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ วางแผน และออกแบบกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม และรายชั้นเรียน

1.2 การประเมินเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Assessment) เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อค้นหาว่าผู้เรียนรู้อะไรมาบ้างเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน สิ่งที่ยังไม่รู้มาก่อนนี้ถูกต้องหรือไม่ จึงเป็นการใช้ในลักษณะประเมินก่อนเรียน นอกจากนี้ยังใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหาหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลที่มักจะเป็นเฉพาะเรื่อง เช่น ปัญหาการออกเสียงไม่ชัดแล้วหาวิธีปรับปรุงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาและเรียนรู้ขั้นต่อไป วิธีการประเมินใช้ได้ทั้งการสังเกต การพูดคุย สอบถามหรือการใช้แบบทดสอบก็ได้

1.3 การประเมินผลย่อย (Formative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอน โดยมีใช้แต่การทดสอบระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเดียว แต่เป็นการที่ครูเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไม่เป็นทางการด้วย ขณะที่ให้ผู้เรียนทำภาระงานตามที่กำหนด ครูสังเกต ซักถามจดบันทึก แล้ววิเคราะห์ข้อมูลว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ จะต้องให้ผู้เรียนปรับปรุงอะไรหรือผู้สอนปรับปรุงอะไร เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด การประเมิน

ระหว่างเรียนดำเนินการได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ข้อเสนอแนะข้อสังเกตในการนำเสนอผลงาน การพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล การสัมภาษณ์ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลการสอบ เป็นต้น

1.4 การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) มักเกิดขึ้นเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามตัวชี้วัดและยังใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับผลการประเมินก่อนเรียน ทำให้ทราบพัฒนาการของผู้เรียน การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ยังเป็นการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตอนปลายปี/ปลายภาคอีกด้วย การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินได้อย่างหลากหลาย โดยปกติมักดำเนินการอย่างเป็นทางการมากกว่าการประเมินระหว่างเรียน

2. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จำแนกตามวิธีการแปลความหมายผลการเรียนรู้ มี 2 ประเภทที่แตกต่างกันตามลักษณะการแปลผลคะแนน ดังนี้

2.1 การวัดและประเมินแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Assessment) เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำเสนอผลการตัดสินความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับตนเองภายในกลุ่มหรือในชั้นเรียน

2.2 การวัดและประเมินแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Assessment) เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อนำเสนอผลการตัดสินความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 68) กล่าวว่า วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบยุทธวิธี และเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ เพื่อรู้จักผู้เรียน เพื่อประเมินวิธีเรียนของผู้เรียน และเพื่อประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้หรือคิดค้นวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการนำผลการประเมินไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ 3 ประการ ดังกล่าวข้างต้น

วิธีการวัดและประเมินผลแบบเป็นทางการ (Formal Assessment) เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลผลการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันมาแต่ดั้งเดิม เช่น วัดและประเมินโดยการทดสอบ และใช้แบบสอบหรือแบบวัด (Test) ที่ครูสร้างขึ้น โดยการเก็บข้อมูลดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ในการวัดและประเมินที่ได้ผลเป็นคะแนนและนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อดูพัฒนาการหรือใช้เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือรายวิชา

วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบเป็นทางการเหมาะสำหรับการประเมินเพื่อตัดสิน มากกว่าที่จะใช้เพื่อประเมินพัฒนาการผู้เรียน หรือเพื่อหาจุดบกพร่องสำหรับนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม วิธีการและเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรู้แบบเป็นทางการ ที่ให้ข้อมูลสารสนเทศในเชิงปริมาณมีข้อสังเกตที่ผู้สอนต้องระมัดระวังในการนำไปใช้ เพื่อให้ได้ผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เป็นตัวแทนของระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน คือข้อมูลต้องได้มาจากวิธีการวัดที่ถูกต้อง เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง สามารถวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด และมีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ผลการวัดมีความคงเส้นคงวา เมื่อมีการวัดซ้ำโดยใช้เครื่องมือคู่ขนาน หรือเมื่อวัดในระยะเวลาใกล้เคียงกัน และวิธีการวัดมีความโปร่งใสสามารถตรวจสอบและเชื่อถือได้ (Acceptable)

วิธีการวัดและประเมินผลแบบไม่เป็นทางการ (Informal Assessment) เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลผลการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นรายบุคคล จากแหล่งข้อมูลหลากหลายที่ผู้สอนเก็บรวบรวมตลอดเวลา วิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาความพร้อมและพัฒนาการของผู้เรียน ปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสม และแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ลักษณะของข้อมูลที่ได้ นอกเหนือจากตัวเลขหรือข้อมูลเชิงปริมาณแล้ว อาจเป็นข้อมูลบรรยายลักษณะพฤติกรรมที่ผู้สอนเฝ้าสังเกต หรือผลการเรียนรู้ในลักษณะคำอธิบายระดับพัฒนาการ จุดแข็ง จุดอ่อน หรือปัญหาของผู้เรียนที่พบจากการสังเกต สัมภาษณ์ หรือวิธีการอื่น ๆ

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระ ผลการเรียนรู้ด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ผลการพัฒนาพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์และผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น มีความเหมาะสมกับวิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบไม่เป็นทางการนี้ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างลึกซึ้งกว่าการประเมินแบบเป็นทางการและเป็นวิธีการที่ยืดหยุ่นตามสถานการณ์และบริบท

กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 74-75) กล่าวว่า สิ่งที่ผู้สอนต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ (1) ผลการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระ (2) ผลการเรียนรู้ด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน (3) ผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรอย่างน้อย 8 ประการ และ (4) ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร 4 ประการดังกล่าวข้างต้น มีที่มาจากองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยทั้ง 3 ด้าน มีลักษณะสำคัญที่สามารถนำมาอธิบายโดยสังเขปดังนี้ คือ

1. ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หมายถึง ข้อมูล สารสนเทศ หลักฐานต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสามารถด้านสติปัญญา 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ โดยพฤติกรรมที่สะท้อนว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ การบอกเล่า อธิบาย หรือเขียนแสดงความคิดรวบยอดโดยการตอบคำถาม เขียนแผนภูมิ แผนภาพ นำเสนอแนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหา การจัดการ การออกแบบประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นต้น

2. ผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย

ผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หมายถึง ข้อมูล สารสนเทศที่สะท้อนความสามารถด้านการเรียนรู้ในการจัดการอารมณ์ ความรู้สึก ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม และเจตคติ โดยพฤติกรรมที่สะท้อนว่าผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย คือ ผู้เรียนมีการแสดงอารมณ์ ความรู้สึกในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมตามบรรทัดฐานของสังคม มีความสามารถในการตัดสินใจเชิงจริยธรรม และมีความรับผิดชอบที่ได้รับการปลูกฝัง โดยแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์อย่างน้อย 8 ประการ ตามที่หลักสูตรกำหนด

3. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หมายถึง ข้อมูล สารสนเทศที่แสดงถึงทักษะการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งเกิดจากการประสานงานของสมองและกล้ามเนื้อที่ใช้งานอย่างคล่องแคล่วประสานสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาในกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตร และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ตลอดจนประสบการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงที่ผู้เรียนได้รับการพัฒนา เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นพร้อมกับการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงวัยของผู้เรียน ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ครูต้องแสวงหาหรือคิดค้นเทคนิค วิธีการ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อใช้วัดและประเมินผล โดยคำนึงถึงความสอดคล้องและเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างแท้จริง

หลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 12 – 14) ได้เสนอหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญไว้ดังนี้

1. การวัดประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ และส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมคุณภาพผู้เรียนในด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้งสามด้าน ซึ่งงานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

3.1 สารในงานหรือกิจกรรมต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง

3.2 วิธีหรือทางเลือกในการดำเนินการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย

3.3 เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหามีลักษณะปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ผู้สอนสามารถนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ คือ ประเมินก่อนเรียน ประเมินระหว่างเรียนและประเมินหลังเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 23-25) เสนอการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งควรจัดให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้

ตารางที่ 2.7 สมรรถภาพด้านความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ

สมรรถภาพ	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. จำ (Remembering)	ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้
2. เข้าใจ (Understanding)	ความสามารถในการแปลความหมายยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง
3. ประยุกต์ใช้ (Applying)	ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา
4. วิเคราะห์ (Analysing)	ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ
5. ประเมินค่า (Evaluating)	ความสามารถในการตรวจสอบ วิพากษ์ คัดเลือก
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating)	ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต

การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ จะต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการประเมินผลที่กำหนดไว้แล้ว โดยพิจารณาจากพฤติกรรมที่แสดงออกตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรการเรียนรู้

2. ด้านทักษะกระบวนการ

ทักษะกระบวนการเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของแต่ละทักษะดังนี้

ตารางที่ 2.8 การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
1. การแก้ปัญหา	ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1. สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ 2. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ 3. ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา 4. ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
2. การให้เหตุผล	1. รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา 2. เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป 3. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ	1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม 2. ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล 3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล 4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ 5. เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา
4. การเชื่อมโยงความรู้	1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ 2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โนทัศน์ที่ซับซ้อน 5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. ใช้ความรู้หรือมโนทัศน์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ 2. สร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 184-193) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการกระทำ การแสดงออกหลาย ๆ ด้าน ของนักเรียนตามสภาพความเป็นจริง ทั้งในและนอกห้องเรียน มีวิธีการประเมินโดยสังเขปดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการที่ตีความวิธีหนึ่งในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านการใช้ความคิด การปฏิบัติงาน และโดยเฉพาะด้านอารมณ์ ความรู้สึกและลักษณะนิสัยสามารถทำได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือในสถานการณ์อื่นนอกโรงเรียน

วิธีการสังเกตทำได้โดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ การสังเกตโดยตั้งใจหรือมีโครงการสร้างหมายถึง ครูกำหนดพฤติกรรมที่ต้องสังเกต ช่วงเวลาสังเกตและวิธีการสังเกต เช่น สังเกตคนละ 3-5 นาที เวียนไปเรื่อย ๆ อีกวิธีหนึ่ง คือ การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ หรือไม่มีโครงสร้าง ซึ่งหมายถึงไม่มีการกำหนดรายการสังเกตไว้ล่วงหน้า ครูอาจมีกระดาษแผ่นเล็ก ๆ ติดตัวไว้ตลอดเวลาเพื่อบันทึกเมื่อพบพฤติกรรมที่แสดงออกที่มีความหมาย หรือสะดุดความสนใจของครู การบันทึกอาจทำได้โดยย่อก่อน แล้วขยายความสมบูรณ์ภายหลังวิธีการสังเกตที่ดีควรใช้ทั้งสองวิธีเพราะการสังเกตโดยตั้งใจ อาจทำให้ละเลยมองข้ามพฤติกรรมที่น่าสนใจแต่ไม่มีในรายการที่กำหนด ส่วนการสังเกตโดยไม่ตั้งใจอาจทำให้ครูขาดความชัดเจนว่าพฤติกรรมใด การแสดงออกใด ที่ควรแก่การสนใจและบันทึกไว้ เป็นต้น ข้อเตือนใจสำหรับการใช้วิธีสังเกต คือ ต้องสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลาย ๆ สถานการณ์ (การเรียน การทำงานตามลำพัง การทำงานกลุ่ม การเล่น การเข้าสังคมกับเพื่อน การวางตัว ฯลฯ) เมื่อมีเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ๆ (2-3 สัปดาห์) จึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาเพื่อพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

เครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการสังเกต ได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบบันทึกกระบวนคะแนน เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้เก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านต่างได้ดี เช่น ความคิด (สติปัญญา) ความรู้สึก กระบวนการขั้นตอนในการทำงาน วิธีแก้ปัญหา ฯลฯ อาจใช้ประกอบการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มั่นใจมากยิ่งขึ้น

ข้อแนะนำบางประการเกี่ยวกับการสัมภาษณ์

(1) ก่อนสัมภาษณ์ควรหาข้อมูลเกี่ยวกับภูมิหลังของนักเรียนก่อนเพื่อให้การสัมภาษณ์เจาะตรงประเด็นและได้ข้อมูลยิ่งขึ้น

(2) เตรียมชุดคำถามล่วงหน้าและจัดลำดับคำถามช่วยให้การตอบไม่วกวน

(3) ขณะสัมภาษณ์ครูใช้วาจา ท่าทาง น้ำเสียงที่อบอุ่นเป็นกันเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกปลอดภัย และแนวโน้มให้นักเรียนอยากพูด / เล่า

(4) ใช้คำถามที่นักเรียนเข้าใจง่าย

(5) อาจใช้วิธีสัมภาษณ์ทางอ้อมคือ สัมภาษณ์จากบุคคลที่ใกล้ชิดกับนักเรียน เช่น เพื่อนสนิท ผู้ปกครอง เป็นต้น

3. การตรวจงาน เป็นการวัดและประเมินผลที่เน้นการนำผลการประเมินไปใช้ทันที ใน 2 ลักษณะ คือ เพื่อการช่วยเหลือนักเรียนและเพื่อปรับปรุงการสอนของครู จึงเป็นการประเมินที่ควรดำเนินการตลอดเวลา เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ โครงการ/โครงการต่าง ๆ เป็นต้น งานเหล่านี้ควรมีลักษณะที่ครูสามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้ เช่น แบบฝึกหัดที่เน้นการเขียนตอบ เรียบเรียง สร้างสรรค์ (ไม่ใช่แบบฝึกหัดที่เลียนแบบข้อสอบเลือกตอบซึ่งมักประเมินได้เพียงความรู้ความจำ) งาน โครงการ โครงการงาน ที่เน้นความคิดขั้นสูงในการวางแผนจัดการ ดำเนินการและแก้ปัญหาสิ่งที่ควรประเมินควบคู่ไปด้วยเสมอในการตรวจงาน (ทั้งงานเขียนตอบและปฏิบัติ) คือ ลักษณะนิสัยและคุณลักษณะที่ดีในการทำงาน

ข้อเสนอแนะบางประการเกี่ยวกับการตรวจงาน โดยปกติครูมักประเมินนักเรียนทุกคนจากงานที่ครูกำหนดขึ้นเดียวกัน ครูควรมีความยืดหยุ่นการประเมิน จากการตรวจงานมากขึ้น ดังนี้

(1) ไม่จำเป็นต้องนำชิ้นงานทุกชิ้นมาประเมิน อาจเลือกเฉพาะชิ้นงานที่นักเรียนทำได้ดีและบอกความหมาย / ความสามารถของนักเรียนตามลักษณะที่ครูต้องการประเมินได้ วิธีนี้เป็นการเน้น “จุดแข็ง” ของนักเรียน นับเป็นการเสริมแรง สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น

(2) จากแนวคิดตามข้อ 1 ชิ้นงานที่หยิบมาประเมินของแต่ละคน จึงไม่จำเป็นต้องเป็นเรื่องเดียวกัน เช่น นักเรียนคนที่ 1 งานที่ (ทำได้ดี) ควรหยิบมาประเมินอาจเป็นงานชิ้นที่ 2, 3, 5 ส่วนนักเรียนคนที่ 2 งานที่ควรหยิบมาประเมินอาจเป็นงานชิ้นที่ 1, 2, 4 เป็นต้น

(3) อาจประเมินชิ้นงานที่นักเรียนทำนอกเหนือจากที่ครูกำหนดให้ก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่าเป็นสิ่งที่นักเรียนทำเองจริง ๆ เช่น สิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนทำเองที่บ้าน และนำมาใช้ที่โรงเรียนหรืองานเลือกต่าง ๆ ที่นักเรียนทำขึ้นเองตามความสนใจ เป็นต้น การใช้ข้อมูล / หลักฐานผลงานอย่างกว้างขวาง จะทำให้ครูรู้จักนักเรียนมากขึ้น และประเมินความสามารถของนักเรียนตามสภาพที่แท้จริงของเขาได้แม่นยำยิ่งขึ้น

(4) ผลการประเมิน ไม่ควรบอกเป็นคะแนนหรือระดับคุณภาพ ที่เป็นเฉพาะตัวเลขอย่างเดียว แต่ควรบอกความหมายของผลคะแนนนั้นด้วย

4. การรายงานตนเอง เป็นการให้นักเรียนเขียนบรรยายหรือตอบคำถามสั้น ๆ หรือตอบแบบสอบถามที่ครูสร้างขึ้น เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งความรู้ ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีทำงานความพอใจในผลงาน ความต้องการพัฒนาดตนเองให้ดียิ่งขึ้น

5. การใช้บันทึกจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนผลงานนักเรียน โดยเฉพาะความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น

จากเพื่อนครู – โดยประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน (ประเมินเดือนละครั้ง)

จากเพื่อนนักเรียน – โดยจัดชั่วโมงสนทนา วิพากษ์ผลงาน (นักเรียนต้องได้รับคำแนะนำมาก่อนเกี่ยวกับหลักการ วิธีวิจารณ์เพื่อการสร้างสรรค์)

จากผู้ปกครอง – โดยจดหมาย / สารสัมพันธ์ที่ครู หรือโรงเรียนกับผู้ปกครองมีถึงกันโดยตลอดเวลา โดยการประชุมผู้ปกครองที่โรงเรียนจัดขึ้น หรือโดยการตอบแบบสอบถามสั้น ๆ

6. การใช้ข้อสอบแบบเน้นการปฏิบัติจริง ในกรณีที่ครูต้องการใช้แบบทดสอบขอเสนอแนะให้ใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เน้นการปฏิบัติจริง ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

6.1 ปัญหาต้องมีความหมายต่อผู้เรียน และมีความสำคัญเพียงพอที่จะแสดงถึงภูมิความรู้ของนักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ

6.2 เป็นปัญหาที่เลียนแบบสภาพจริงในชีวิตของนักเรียน

6.3 แบบสอบต้องครอบคลุมทั้งความสามารถและเนื้อหาตามหลักสูตร

6.4 นักเรียนต้องใช้ความรู้ความสามารถ ความคิดหลาย ๆ ด้านมาผสมผสาน และแสดงวิธีคิดได้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

6.5 ควรมีคำตอบถูกได้หลายคำตอบและมีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี

6.6 มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความสมบูรณ์ของคำตอบอย่างชัดเจน

7. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน แฟ้มสะสมงาน หมายถึง สิ่งที่ใช้สะสมงานของนักเรียนอย่างมีจุดประสงค์ อาจเป็นแฟ้ม กล้อง แผ่นดิสก์ อัลบั้ม ฯลฯ ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถ ความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้น ๆ หรือหลาย ๆ เรื่อง การสะสมนั้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเนื้อหา เกณฑ์การเลือก เกณฑ์การตัดสิน ความสามารถ / คุณสมบัติ หลักฐานการสะท้อนตนเอง

การประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมงานเป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง เพราะใช้การประเมินให้สอดคล้องกับการสอนและมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนที่ชัดเจน

วิธีการประเมินตามสภาพจริงที่ได้กล่าวแล้วนั้น การที่จะได้มาซึ่งผลการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน ครูควรใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลาย ๆ วิธีผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านและมีจำนวนมากเพียงพอที่จะประเมินผลที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนอย่างมั่นใจหลักเกณฑ์ วิธีการให้คะแนนตามแนวทางการประเมินตามสภาพจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 216-225) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริงมีเครื่องมือประเมินที่หลากหลาย ซึ่งนำเสนอเป็นตัวอย่างเครื่องมือในการประเมิน ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการที่กระทำได้ในทุกสถานการณ์และทุกสถานที่ ผู้สอนอาจกำหนดเครื่องมือและเกณฑ์ในการสังเกตหรืออาจไม่มีเครื่องมือในการสังเกตก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมินผู้เรียนว่า มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการสังเกตระดับความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาน้อยเพียงใด และวิธีการสังเกตสามารถใช้ประเมินผลการเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เช่น สังเกตในสถานที่ที่นักเรียนได้ลงไปศึกษาสภาพแหล่งน้ำในชุมชนหรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เนื่องจากพฤติกรรมบางอย่างอาจสังเกตได้ไม่ชัดเจน ถูกต้องตรงต่อความเป็นจริง ผู้สอนจึงอาจใช้การสัมภาษณ์ช่วยเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การสัมภาษณ์นี้เป็นวิธีการประเมินโดยตั้งคำถามอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถสัมภาษณ์ผู้เรียนแต่ละคนได้ทั้งรูปแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ นิยมใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความเข้าใจในระดับที่สูงกว่าความรู้ความจำ และด้านความรู้สึนึกคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ทศนคติ ค่านิยมที่ผู้เรียนยึดถือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รวมทั้งการเห็นคุณค่าในเรื่องต่าง ๆ เช่น ครูให้นักเรียนลงไปศึกษาการเลือกซื้อสินค้าของประชาชนเป็นกลุ่ม หลังจากที่ศึกษาแล้วครูจึงสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่มทั้งในด้านความรู้ ความคิด เจตคติของผู้เรียนต่อการศึกษาและทักษะกระบวนการ ในการศึกษา

3. แบบสอบถาม เป็นการวัดผลที่ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือสอบถามซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการซักถาม โดยคำตอบที่ได้รับควรอยู่ในขอบเขตของเรื่องที่ผู้เรียนศึกษา เช่น การให้ผู้เรียนลงไปศึกษาระบบนิเวศในโรงเรียน

4. บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความสามารถพิเศษ ความถนัด ความสนใจและการแสดงออกของพฤติกรรมลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนรู้ และแนวทางพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามจุดหมายของหลักสูตร เช่น ให้นักเรียนลงไปศึกษาวัฒนธรรมไทยในชุมชนแล้วให้นักเรียนหรือครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ว่าใช้กระบวนการในการศึกษาได้ถูกต้องหรือไม่

5. แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง (Authentic Test) เป็นวิธีการสร้างข้อสอบโดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการสร้างความรู้ใหม่จากความเข้าใจและประสบการณ์เดิม หรือจากสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง หรือเลียนแบบสภาพจริง เป็นต้น เช่น สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้คิดและตอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

6. การรายงานตนเอง เป็นวิธีการประเมินด้วยการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึก หรือพูดแสดงความคิดเห็นออกมาโดยตรง เพื่อประเมินความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจและความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้นและสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการ รวมทั้งเจตคติต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนบรรยายความรู้สึกของตนเองที่ได้ลงไปใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารกับชาวต่างชาติในสถานการณ์จริง ว่ามีความรู้สึกต่อการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารและรู้สึกอย่างไรต่อบุคคลเหล่านั้น

7. การสร้างจินตภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรือปฏิบัติออกมา เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าขณะนั้นผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดกับเรื่องที่เรียนเป็นอย่างไร ซึ่งอาจตั้งคำถามให้นักเรียนสร้างจินตนาการ โดยการต่อข้อความในประโยคต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

8. การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นการจัดเก็บตัวอย่างผลงานที่มีการรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ และกระทำอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงชั้นของหลักสูตรหรือโปรแกรมการเรียน เพื่อใช้เป็นหลักฐานแสดงให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนพัฒนาได้สำเร็จ รวมทั้งความถนัด ความสนใจ ความพยายาม แรงจูงใจและความก้าวหน้าทางการเรียนที่สามารถนำมาประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแต่ละคนให้มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) มากยิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนศึกษาประวัติบุคคลสำคัญในชุมชนแล้วให้นักเรียนทำแฟ้มสะสมผลงานประวัติของบุคคลเหล่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 96) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินจากผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามร่องรอยหรือผลที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การบันทึก การทดลอง และการรวบรวมข้อมูลจากผลงานที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงสมรรถภาพที่แท้จริงหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงของผู้เรียน การประเมินสภาพจริงควรให้ความสำคัญกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานและพัฒนาการเรียนรู้อันแสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้และทำงานทางคณิตศาสตร์ การประเมินตามสภาพจริงจะช่วยให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดเป้าหมายไว้ดังนี้

- 1) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามความสามารถของตนเอง
- 2) เพื่อให้การประเมินสอดคล้องกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิต

จริง

3) เพื่อให้สามารถค้นหาจุดเด่นของผู้เรียนและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ

4) เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของผู้เรียนและนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ทันเวลา

จากการศึกษาเครื่องมือการวัดและการประเมินผลตามสภาพจริงดังกล่าวสรุปได้ว่าการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริงนั้นมีวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การบันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง แบบทดสอบ การรายงานตนเองและการใช้แฟ้มสะสมผลงาน ดังนั้นผู้สอนควรเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งอาจใช้วิธีการที่หลากหลายประกอบกันก็ได้ในการเก็บข้อมูล เพื่อให้สามารถประเมินนักเรียนได้อย่างรอบคอบ และครอบคลุมศักยภาพของนักเรียน

ความเข้าใจเกี่ยวกับรูบริกส์

สมศักดิ์ ภู่วิภาคารวรรณ (2554, น. 137-141) กล่าวว่า รูบริกส์ คือ เครื่องมือในการให้คะแนน (Scoring Tool) ที่มีการระบุเกณฑ์ (Criteria) ประเมินชิ้นงานและคุณภาพ (Quality) ของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์ ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานเขียนได้แก่ จุดประสงค์ การจัดเนื้อหา การให้รายละเอียด การใช้ภาษา เป็นต้น และคุณภาพของงานเขียนแต่ละเกณฑ์อาจแบ่งเป็นยอดเยี่ยม จนถึงไม่ดี

1. จุดประสงค์ของการสร้างรูบริกส์

การสร้างรูบริกส์อาจทำเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้

- 1) เพื่อประเมินกระบวนการ (Process) เช่น ประเมินการเรียนรู้เป็นทีม กลยุทธ์การสัมภาษณ์ เป็นต้น
- 2) เพื่อประเมินผลผลิต (Product) เช่น ประเมินแฟ้มสะสมผลงาน รายงานการวิจัย นิทรรศการ ผลงานศิลปะ เป็นต้น
- 3) เพื่อประเมินการปฏิบัติ (Performance) เช่น ประเมินการนำเสนอปากเปล่า การอภิปราย การสาธิต เป็นต้น

2. ขั้นตอนการสร้างรูบริกส์

ปัจจุบันนักการศึกษาได้ให้ความสนใจอย่างมากกับรูบริกส์ ทั้งนี้เนื่องมาจากการวัดและการประเมินผลกำลังเปลี่ยนแปลงสู่การประเมินตามสภาพจริงและการประเมินจะอิงการปฏิบัติมากขึ้น ครูจำเป็นต้องพัฒนารูบริกส์ที่สะท้อนหลักสูตรและการสอนของแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้รูบริกส์มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้มากขึ้น การออกแบบรูบริกส์ต้องทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในแต่ละขั้นต่อไป

ขั้นที่ 1 เห็นรูปแบบต่าง ๆ (Look at Models) ขั้นนี้เป็นขั้นแรกที่ทำให้นักเรียนเห็นตัวอย่างชิ้นงานที่ดีและไม่ดีนัก ระบุคุณลักษณะที่ทำให้ชิ้นงานดีและลักษณะที่ทำให้ชิ้นงานไม่ดี

ขั้นที่ 2 ระบุการเป็นเกณฑ์ (List Criteria) ขั้นนี้เป็นการอภิปรายชิ้นงาน แล้วนำความเห็นมาลงสรุปเป็นเกณฑ์ที่บอกว่าชิ้นงานที่ดีเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 3 ระบุระดับคุณภาพ (Articulate Gradations Of Quality) ขั้นนี้เป็นการบรรยายลักษณะของชิ้นงานที่ถือว่ามีความดีที่สุด และบรรยายลักษณะชิ้นงานที่มีคุณภาพต่ำสุด จากนั้นบรรยายลักษณะที่อยู่ระหว่างกลาง

ขั้นที่ 4 ฝึกใช้เกณฑ์ (Practice on Models) ขั้นนี้ให้นักเรียนฝึกใช้ rubric ที่สร้างขึ้นในการประเมินชิ้นงานที่น่าเสนอเป็นตัวอย่างในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 5 การประเมินตนเองและเพื่อน (Use Self-and Peer-Assessment) ขั้นนี้ให้นักเรียนผลิตชิ้นงาน ขณะทำงานให้หยุดบางช่วง เพื่อให้นักเรียนใช้ rubric ประเมินชิ้นงานของตนเองและของเพื่อน

ขั้นที่ 6 แก้ไข ปรับปรุง (Revise) ขั้นนี้การเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงชิ้นงานของตนเอง จากข้อเสนอแนะที่ได้จากขั้นที่ 5

ขั้นที่ 7 ครูใช้ rubric ที่นักเรียนพัฒนาขึ้นในการประเมิน ขั้นนี้ครูต้องใช้ rubric ที่นักเรียนพัฒนาขึ้นและเคยใช้แล้วประเมินชิ้นงานของนักเรียนต่อไป

3. ประโยชน์ของ rubric

rubric มีประโยชน์อย่างมากต่อการประเมิน ทั้งนี้เพราะเหตุผลดังนี้

3.1 ช่วยให้การคาดหวังของครูที่มีผลต่องานของนักเรียนบรรลุผลสำเร็จได้ โดยนักเรียนจะเกิดความเข้าใจและสามารถใช้ rubric ต่อการประเมินและพัฒนาชิ้นงานของตน

3.2 ช่วยให้ครูเกิดความกระตือรือร้นยิ่งขึ้นว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือพัฒนาอะไรบ้าง

3.3 ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุคุณลักษณะจากงานที่เป็นตัวอย่างได้ โดยใช้ rubric ตรวจสอบ

3.4 ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองในการปฏิบัติงานเพื่อไปสู่ความสำเร็จได้

3.5 เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

3.6 ช่วยให้นักเรียนที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง ผู้สนับสนุน ผู้นิเทศ ได้เกิดความเข้าใจเกณฑ์ในการตัดสินผลงานนักเรียนที่ครูใช้

3.7 ช่วยในการให้เหตุผลประกอบการให้เกรดนักเรียนได้

3.8 ช่วยเพิ่มคุณภาพผลงานของนักเรียน

จากการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับรูปบริศดังกล่าว สรุปได้ว่า รูปบริศ เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ได้กับทั้งการสอนและการประเมิน ครูสามารถใช้รูปบริศเพื่อพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนได้ มีประโยชน์ในการช่วยเพิ่มคุณภาพผลงานของนักเรียน ช่วยนักเรียนให้สามารถควบคุมตนเองในการปฏิบัติงานจนนำไปสู่ความสำเร็จ และรูปบริศยังช่วยให้ครูประเมินผลงานได้ง่ายขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ นั้นเท่าที่พบมีดังนี้คือ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

กวีดา อ่องพิมาย (2557) ทำการวิจัยเรื่องการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD วิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนครบุรีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 3 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผลการศึกษา พบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.55 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 81.83 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD วิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

กองสิน อ่อนวาด (2550) ทำการวิจัยเรื่องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านปากห้วย อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่จัดกิจกรรมโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

เกศสุเมษฐ์ สาหับ (2556) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการ สร้างบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) 2) ศึกษาการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพธิ์ทองพัฒนวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 จำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ 1) บทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 3) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนบนเว็บไซต์ ผลการศึกษาว่า 1) บทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 80.38 / 81.56 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจในบทเรียนบนเว็บไซต์ระดับ “มากที่สุด ”

พานทอง ไพโรจน์ (2554) วิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบเรียนร่วมมือประกอบบทเรียนการ์ตูน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนา

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบเรียนร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบเรียนร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณก่อนเรียนและหลังเรียน 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบเรียนร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโคกล่าม อำเภอบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณ จำนวน 12 แผน 2) บทเรียนการคูณ เรื่อง เศษส่วน จำนวน 5 เล่ม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.30 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 – 0.85 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81 และ 4) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนการคูณ ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการจัดการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.25/81.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการคูณกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

พรปวิณ์ ตาลจรุง (2556) วิจัยเรื่องการส่งเสริมการคิดเชิงวิเคราะห์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรม GSP กับวิชาเรขาคณิต มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิเคราะห์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรม GSP กับวิชาเรขาคณิต กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 8 คน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมืองมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร ได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 4 คน และกลุ่มควบคุม 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบ ใบกิจกรรมปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมด้านการคิดเชิงวิเคราะห์และแบบสัมภาษณ์การคิดเชิงวิเคราะห์ในระหว่างการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการฝึกแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรม GSP กับปัญหาทางเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาได้ดีขึ้นมีขั้นตอนใน

การคิดเชิงวิเคราะห์ระหว่างการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยโปรแกรม GSP กับปัญหาทางเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนมีความคิดที่จะมุ่งหาเฉพาะคำตอบไม่เกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ระหว่างการแก้ปัญหา

อมรรัตน์ แสงทอง (2553) วิจัยเรื่องการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต โดยโปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยโปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องการแปลงเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดบางวัว (สายเสริมวิทย์) อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 88.49/83.48 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากที่สุด

อัสวชัย ลีมเจริญ (2545) วิจัยเรื่องเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับที่ได้รับการสอนตามปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 70 คน ของโรงเรียนนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แผนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็นและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่าจากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนยังได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางสังคม มีพฤติกรรมการเรียนที่ดีและมีพฤติกรรมที่ดีในการทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตระหนักในคุณค่าของตนเอง ได้ปฏิบัติด้วยตนเองและมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

งานวิจัยต่างประเทศ

อัลเมกดาดี (Almeqdadi, 2000) วิจัยเรื่อง ผลของการใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) ที่มีต่อความเข้าใจโน้ตสัจทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดน ของนักเรียนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยฮาร์มอก ปีการศึกษา 1999/2000 กลุ่มทดลองสอนโดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม

จูลี (July, 2001) วิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูปและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนกลุ่มต่ำ

เอฟเฟนเดียน ดัด (Effandiand Daud, 2010, p. 272 - 275) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและเจตคติในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 44 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อทดสอบหลังเรียนผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. การวัดเจตคติก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อวัดเจตคติหลังเรียนผลปรากฏว่า

กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีเจตคติต่อการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อะโวฟาลา ฟาเทด และ โอล่า โอวา (Awofala, Fatade and Ola-Oluwa 2012, pp. 7 - 12) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนรู้แบบร่วมมือในแต่ละเป้าหมายโครงสร้างห้องเรียนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมจูเนียร์ ในประเทศไนจีเรีย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบ STAD/TGT และแต่ละกลยุทธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โรงเรียนมัธยมจูเนียร์ ในประเทศไนจีเรีย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนรู้แบบร่วมมือมีความแตกต่างกัน และกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยเพิ่มระดับความเข้าใจและการประยุกต์ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าความรู้ในระดับความเข้าใจ จากผลการวิจัยยังแนะนำ STAD/TGT ว่าเป็นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ผู้สอนควรใช้เพื่อเสริมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กอกคัท ดันดาร์ ซอยลู และอะกิน (Gokkurt, Dundar, Soylu and Akgun, 2012, p. 3431 – 3434) ผลการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำมาใช้กับกลุ่มควบคุม 25 คน และกลุ่มทดลอง 25 คน โดยกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีการสอนแบบปกติ ส่วนกลุ่มทดลองจะใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 10 ข้อ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน มาจากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ Independent t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลของการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนที่คณิตศาสตร์ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อะโนแวย์ โฮสเซนต์ และโรฮานี แฮมเมด ทาร์มิซ (Anowar Hossain and Rohani Ahmad Tarmizi 2013, pp. 473 – 477) ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งโรงเรียนมัธยมชาย Mashinda และโรงเรียนมัธยมสตรี Sreepur Adarsha ใน Natore ประเทศบังกลาเทศ ทั้งหมด 80 คน (40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และ 40 คน กลุ่มควบคุม) ผล

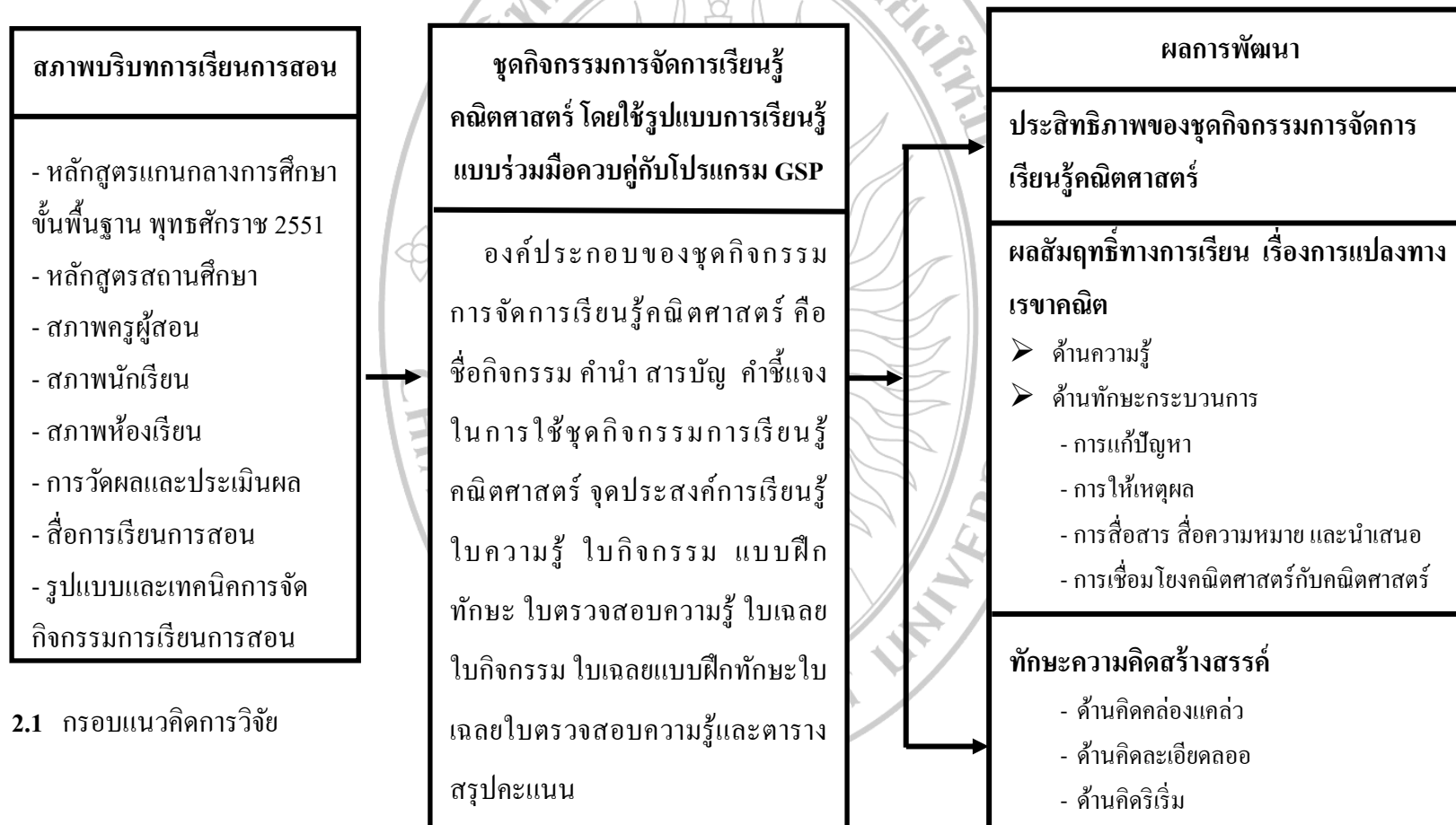
การศึกษา พบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่สอน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าในกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่สอน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าในกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองในโรงเรียนชายและโรงเรียนสตรี ที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในโรงเรียนชายและโรงเรียนสตรี ที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่าจากการศึกษาวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือมีความแตกต่างกัน และกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยเพิ่มระดับความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าความรู้ในระดับความเข้าใจ เทคนิคที่ได้ผลในการเรียนรู้คือ เทคนิคแบบ STAD/TGT ว่าเป็นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ผู้สอนควรใช้เพื่อเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและช่วยลดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งได้มีพฤติกรรมการเรียนที่ดีและมีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ดี มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตระหนักในคุณค่าของตนเอง เกิดการปฏิบัติด้วยตนเองและเกิดความสนใจ ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและตระหนักถึงการมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น



กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

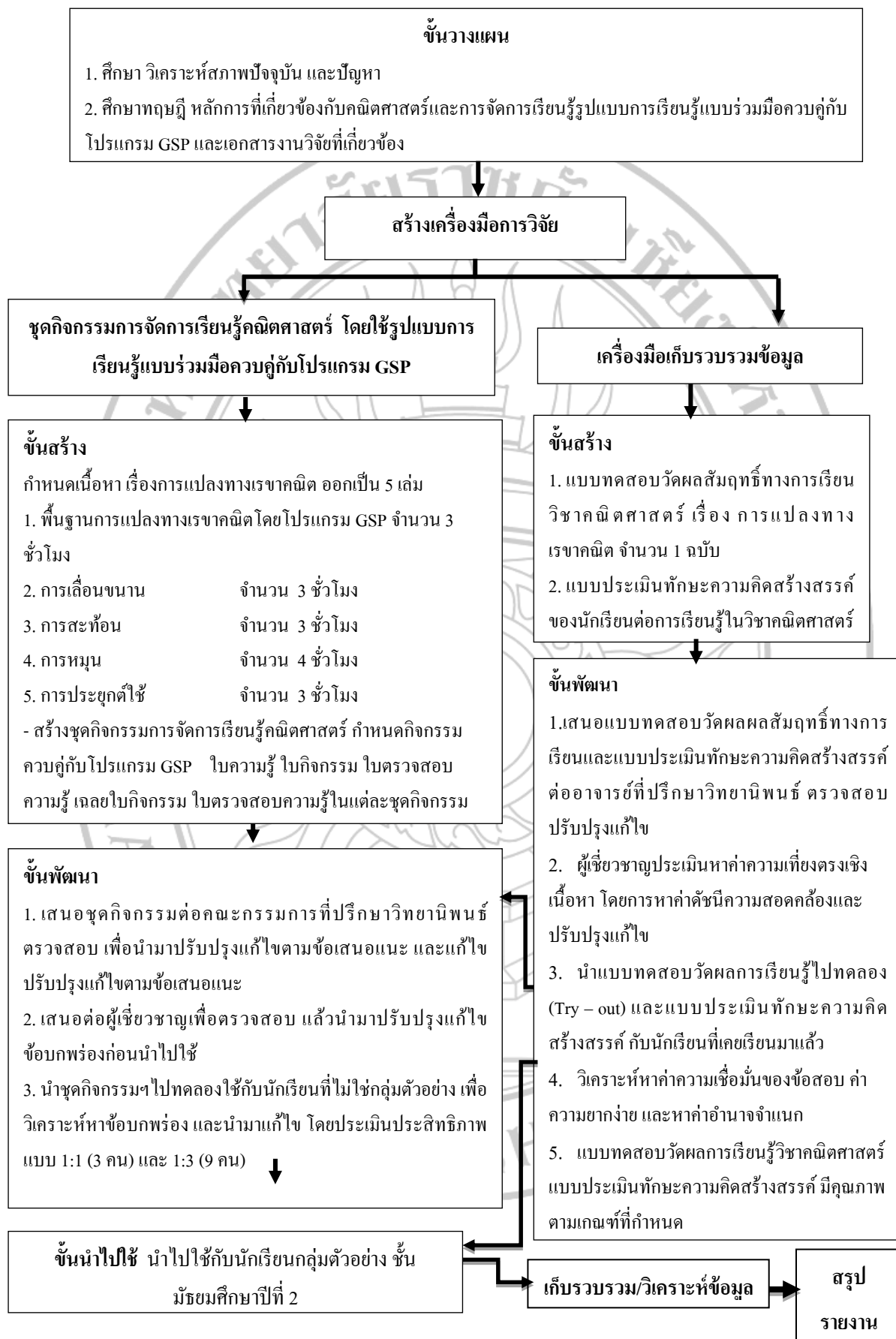
การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบการวิจัย

การดำเนินการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ประเมินผลการเรียนรู้แบบ One Group Pre – test Post - test Design (รัตนะ บัวสนธิ์, 2552, น. 56) มีกรอบดำเนินการวิจัย ดังนี้



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเชิงดาววิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP จำนวน 5 เล่ม
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต
 - 2.2 แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและด้านการเชื่อมโยงความรู้
3. แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 เล่ม ประกอบด้วย เล่มที่ 1 พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต เล่มที่ 2 การเลื่อนขนาน เล่มที่ 3 การสะท้อน เล่มที่ 4 การหมุน และเล่มที่ 5 การประยุกต์ โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้าง

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้โปรแกรม GSP

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยเรียงเนื้อหาจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งหมด 5 เล่ม ดังตารางต่อไปนี้

เล่มที่	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ทักษะการร่วมมือ	ทักษะความคิดสร้างสรรค์	เวลาที่ใช้
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD และ Think Pare Share	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่	-แบบฝึกทักษะที่ 1	1
	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรม GSP	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 2	1
	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรม GSP	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 3	1
2	การเลื่อนขนาน	เทคนิคการเรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน -แบบจับคู่	-แบบฝึกทักษะที่ 1 -แบบฝึกทักษะที่ 2	1
	พิกัดของรูปเรขาคณิตที่เกิดจากการเลื่อนขนานบนระนาบเกิดจากการเลื่อนขนานรูปต้นแบบ	เทคนิคการเรียนรู้แบบ LT และ TAI	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 3	1

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เล่ม ที่	เรื่อง	รูปแบบการ เรียนรู้ แบบร่วมมือ	ทักษะการ ร่วมมือ	ทักษะความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
2	พิกัดของรูปเรขาคณิตที่ เกิดจากการเลื่อนขนาน บนระนาบเกิดจากการ เลื่อนขนานรูปต้นแบบ	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ STAD และ TAI	- แบบกลุ่ม 4 - 5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 4	1
3	การสะท้อน การสะท้อน พิกัดของรูปเรขาคณิตที่ เกิดจากภาพสะท้อนบน ระนาบพิกัดฉาก	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share เทคนิคการสอน แบบ STAD และ Think Pare Share เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share	- แบบกลุ่ม 4 - 5 คน - แบบจับคู่ - แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่ - แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่	-แบบฝึกทักษะที่ 1 -แบบฝึกทักษะที่ 2 -แบบฝึกทักษะที่ 3 -แบบฝึกทักษะที่ 4	1 1 1
4	การหมุน การหมุน พิกัดของรูปเรขาคณิตที่ เกิดจากการหมุนบน	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่ - แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่ - แบบกลุ่ม 4 – 5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 1 -แบบฝึกทักษะที่ 2 -แบบฝึกทักษะที่ 3	1 1

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เล่ม ที่	เรื่อง	รูปแบบการ เรียนรู้ แบบร่วมมือ	ทักษะการ ร่วมมือ	ทักษะความคิด สร้างสรรค์	เวลาที่ ใช้
	ระนาบพิกัดฉาก ศิลปะกับการหมุน	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI และ Think Pare Share เทคนิคการ เรียนรู้แบบ Jigsaw	- แบบจับคู่ - แบบกลุ่ม 4 – 5 คน - แบบจับคู่	-แบบฝึกทักษะที่ 4 -แบบฝึกทักษะที่ 5	1 1
5	การหมุน การสะท้อน และการเลื่อนขนาน	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI	- แบบกลุ่ม 4 - 5 คน	-ใบกิจกรรมที่ 1 -ใบกิจกรรมที่ 2	1
	ทศเหลี่ยม	เทคนิคการ เรียนรู้แบบ TAI	- แบบกลุ่ม 4 – 5 คน	-ใบกิจกรรมที่ 4 -ใบกิจกรรมที่ 5	2
	รวม			16	

1.3 สร้างชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับการใช้โปรแกรม GSP โดยให้สัมพันธ์กับเนื้อหา และใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 ชั่วโมง ทั้งหมด 5 เล่ม ได้แก่

เล่มที่ 1 เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยโปรแกรม GSP
(แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 จำนวน 3 ชั่วโมง)

เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาน (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 จำนวน 3 ชั่วโมง)

เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 จำนวน 3 ชั่วโมง)

เล่มที่ 4 เรื่อง การหมุน (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 10-12 จำนวน 3 ชั่วโมง)

เล่มที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้ (แผนจัดการเรียนรู้ที่ 13-16 จำนวน 4 ชั่วโมง)

ซึ่งในแต่ละชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วย

- (1) ชื่อกิจกรรมจะเป็นชื่อชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- (2) คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดหลังจากได้ปฏิบัติ

กิจกรรม

- (4) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกำหนดขึ้น ให้นักเรียนได้ปฏิบัติทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคลหรือแผนการจัดการจัดการเรียนรู้
- (5) ใบความรู้ เป็นสิ่งที่บอกเนื้อหาของบทเรียนที่นักเรียนจะต้องศึกษา
- (6) ใบกิจกรรมจะระบุขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง และเพื่อเป็นการทบทวนเนื้อหาบทเรียนเป็นรายบุคคล
- (7) ใบตรวจสอบความรู้และทักษะ ให้นักเรียนทำหลังจากทำกิจกรรมและใบกิจกรรมเสร็จสิ้น เพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับ โดยทำเป็นรายบุคคลไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ โดยแต่ละชุดกิจกรรมฯ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไว้ดังนี้

ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมฯ	คะแนนเฉลี่ย
ดีมาก	9.00 – 10.00
ดี	7.00 - 8.99
พอใช้	5.00 - 6.99
ควรปรับปรุง	0.00 – 4.99

- (8) ใบเฉลยใบกิจกรรมและใบเฉลยใบตรวจสอบความรู้และทักษะ เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดหรือใบตรวจสอบความรู้และทักษะ เสร็จแล้วจะสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากใบเฉลย

- (9) การประเมินผล คือ แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ประเมินนักเรียนก่อนปฏิบัติกิจกรรมและหลังปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้นในแต่ละชุดกิจกรรม

1.4 วางแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยเลือกกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับชุดกิจกรรม และฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.5 จัดทำสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ที่ต้องการสอน

2. ขั้นพัฒนา

2.1 นำชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างในข้อ 1. เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะ

2.1.1 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้ว นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อประเมินความเหมาะสมระหว่างคำชี้แจงวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) โดยกำหนดคะแนน ดังนี้

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

2.2.2 วิเคราะห์ผลการประเมินตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างคำชี้แจงวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ข้อเสนอแนะของชุดกิจกรรมของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์ประเมิน (เกริก และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, น. 132) ดังนี้

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

โดยชุดกิจกรรมจะยึดเกณฑ์การตัดสินความเหมาะสมตั้งแต่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, น. 132-134) ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 (ภาคผนวก ข) ถือว่าชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก

2.2.3 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความ

ถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ เพื่อเตรียมนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นเดียวกันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.2.4 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขข้อบกพร่องแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการ ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา สี และขนาดตัวอักษร รวมถึงความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยการสังเกตพฤติกรรมในขณะทำกิจกรรมและการสอบถามนักเรียน จากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม เพื่อเตรียมนำไปใช้หาประสิทธิภาพกับการทดลองกลุ่มเล็กต่อไป

การทดลองครั้งที่ 2 แบบกลุ่มเล็ก (1:3) ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 9 คน คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม (E_1/E_2) ในแต่ละเนื้อหา แต่ละกิจกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ของชุดกิจกรรมไว้ 75/75 ผลการทดลองการใช้ชุดกิจกรรมปรากฏว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.60/80.34 (ภาคผนวก) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.1.5 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อนำไปทดลองสอนจริงกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ขึ้นนำไปใช้

3.1 นำชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน ปีการศึกษา 2560 ภาคเรียนที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

1.1 ขั้นสร้าง

1.1.1 ศึกษาเนื้อหา วิธีการ เพื่อสร้างแบบทดสอบและเทคนิคการออกข้อสอบและวิธีการวิเคราะห์แบบทดสอบ จากหนังสือ ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแบบทดสอบ และวิธีการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต วิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัด

1.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งจัดทำเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์

1.2 ขั้นพัฒนา

1.2.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความครอบคลุมเนื้อหา ความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ โดยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานจากการใช้โปรแกรม GSP ให้แต่ละท่านพิจารณาถึงความเห็นว่าคุณสมบัติข้อสอบแต่ละข้อวัดได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อและความถูกต้องอื่น ๆ โดยกำหนดคะแนนแต่ละข้อ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 206) ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดไม่ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

แล้วบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ ถ้าดัชนีที่คำนวณได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนของจุดประสงค์นั้น ส่วนข้อที่ได้ดัชนี น้อยกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงแก้ไข

1.2.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เพื่อเตรียมนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตมาแล้วต่อไป

1.2.3 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงแล้วไป ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอ เชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มาแล้ว

1.2.4 ผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) โดยเลือกข้อที่ความ ยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 ไว้ใช้ และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 223 - 227) โดยคัดเลือกข้อสอบ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ มาทำการทดสอบกับนักเรียนที่เคย เรียนเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 30 คน แล้วหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความ เชื่อมั่นของข้อสอบอีกครั้ง โดยประเมินด้านความรู้ด้านความเข้าใจ จำนวน 23 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1-6, 13, และข้อ 15-30 คำนวณไปใช้ จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 14 และด้านการวิเคราะห์ จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7, 8, 9, 10, 11 และข้อ 12 (โดยใช้หลักอิงเกณฑ์ แบ่งกลุ่มเก่งและอ่อนจาก คะแนนผ่าน 14 คะแนนขึ้นไป) และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยประเมินด้านการวิเคราะห์ จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1-3 (โดยใช้หลักอิงเกณฑ์ แบ่งกลุ่มเก่งและอ่อนจาก คะแนนผ่าน 5 คะแนนขึ้นไป) และนำข้อสอบ ปรนัยมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 และข้อสอบอัตนัยมาหาค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของฮอยท์ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 214 - 219) ซึ่งผลการ ประเมินความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย เท่ากับ 0.80 และข้อสอบอัตนัยมาหาค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.7 (ภาคผนวก ง) เมื่อได้ข้อสอบที่มีคุณภาพแล้วเตรียมจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ต่อไป

1.2.5 จัดทำเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง การ แปลงทางเรขาคณิต ฉบับสมบูรณ์

1.2.6 นำแบบแบบทดสอบข้อสอบควบคุมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการ ประเมินและตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ขนาดตัวอักษรและความเหมาะสมด้านเวลา แล้วนำ ข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม จากนั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:3) จำนวน 9 คน เพื่อ ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเวลาและนำคะแนนหลังเรียนไปใช้ในการหาประสิทธิภาพผลลัพธ์ (ภาคผนวก ง)

1.3 ขนั้่นำไปใช้

1.3.1 นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียนแบบกลุ่มเล็ก (1:3) และกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้ในการประเมินข้อสอบอัตรัย ใบตรวจสอบความรู้และทักษะ ใบกิจกรรมและชิ้นงาน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 ขั้นสร้าง

2.1.1 ศึกษาแนวคิด หลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1.2 ดำเนินการสร้างแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวคิด หลักการ เอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาจากทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ และทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นของนักเรียน พร้อมกับสร้างเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.ด้านการแก้ปัญหา	
ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดีมาก)	มีใช้ทฤษฎีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
2 (ดี)	ใช้ทฤษฎีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
1 (พอใช้)	ใช้ทฤษฎีการดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน

2.ด้านให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	
ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดีมาก)	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2 (ดี)	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
1 (พอใช้)	มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจและไม่ระบุอ้างอิง
3. ด้านการสื่อสารสื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง	
ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
2 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับ ขั้นตอนได้ชัดเจนบางส่วน และรายละเอียดยังไม่สมบูรณ์
1 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ไม่แสดงข้อมูลตามลำดับขั้นตอน และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
4. ด้านการทักษะการเชื่อมโยงความรู้	
ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น / ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
2 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น / ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
1 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน

2.2 ขั้นพัฒนา

2.2.1 นำการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และความชัดเจนหัวข้อการประเมิน รวมทั้งเกณฑ์การประเมินหรือเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละทักษะ เพื่อให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำมาข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2.2.2 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินชุดกิจกรรม เพื่อพิจารณาความตรงของเนื้อหาของการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความถูกต้องอื่น ๆ โดยใช้เกณฑ์จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดคะแนนความเห็นดังนี้

+1 เมื่อ แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนด

0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนด

-1 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนด

2.2.3 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

2.2.4 เมื่อปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ก็จัดทำแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อเตรียมนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นเดียวกันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

2.2.5 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นเดียวกันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน เมื่อพบข้อบกพร่องให้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม ดังนั้น การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จำนวน 3 คน ผลการประเมินปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับดี แสดงว่าแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:3) จำนวน 9 คน ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับดี (ภาคผนวก ง)

2.3 ขึ้นนำไปใช้

2.3.1 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2560 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP โดยมี
ครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน เพื่อเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

**แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP**

2.1 ขึ้นสร้าง

2.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์
และแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

2.1.2 ศึกษาวิธีสร้างเครื่องมือแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบ
รูปรีคัสทักษะความคิดสร้างสรรค์

2.1.3 สร้างแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ใน
วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP โดยประเมินจาก
ชิ้นงานในการใช้โปรแกรม GSP ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดให้ประเมินตามแบบรูปรีคัสโดย
กำหนดการ ประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

1. ความคิดคล่องแคล่ว

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การประเมิน		
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน
3 (ดี)	- บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนรูปต้นแบบ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	- อธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นอย่างถูกต้อง ครบถ้วน	- มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง ครบถ้วน
2 (พอใช้)	- บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนรูปต้นแบบ ได้ถูกต้อง ไม่ค่อยครบถ้วน	- อธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นอย่างน้อยถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	- มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง ยังไม่ครบถ้วน
1 (ควรปรับปรุง)	- ไม่สามารถบอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนรูปต้นแบบ	- ไม่อธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้น	- ไม่มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น

2. ความคิดละเอียดลออ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การประเมิน		
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน
3 (ดี)	- บอกรายละเอียดเป็นขั้นตอนถี่ถ้วน สมบูรณ์	- อธิบายให้เห็นภาพรายละเอียดสมบูรณ์ชัดเจน	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ ชัดเจน คิดเป็น 80 % ขึ้นไป
2 (พอใช้)	- บอกรายละเอียดเป็นขั้นตอน ชัดเจน	- อธิบายให้เห็นภาพรายละเอียดสมบูรณ์ แต่ไม่ชัดเจน	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ แต่ไม่ชัดเจน คิดเป็นช่วง 40 % - 79%

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การประเมิน		
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน
1 (ควรปรับปรุง)	- ไม่บอกรายละเอียดเป็นขั้นตอน	- อธิบายให้เห็นภาพไม่รายละเอียดสมบูรณ์ แต่ไม่ชัดเจน	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ ไม่ชัดเจน คิดเป็น 39% ลงมา

3. ความคิดริเริ่ม

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การประเมิน		
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน
3 (ดี)	เลือกใช้หลักการทาง การแปลงทางเรขาคณิต ได้อย่างเหมาะสม โคด เด่น ไม่เหมือนและมี นักเรียนเพียง 1-2 คน ที่ ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2 % ของ นักเรียน	คิดหาวิธีการสร้าง ผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ ใช้ความรู้ในการคิด และมีนักเรียนเพียง 1-2 คน ที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2 % ของนักเรียน	สร้างผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ ใช้ความรู้ในการคิดและมี นักเรียนเพียง 1-2 คน ที่ใช้ วิธีนี้ หรือ 1-2 % ของ นักเรียน
2 (พอใช้)	เลือกใช้หลักการ ทางการแปลงทาง เรขาคณิตได้อย่าง เหมาะสม ไม่เหมือน ใคร และมีนักเรียนเพียง 3-4 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3- 4 % ของนักเรียน	คิดหาวิธีการสร้าง ผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ ใช้ความรู้ในการคิด และมีนักเรียนเพียง 3-4 คน ที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3-4 % ของนักเรียน	สร้างผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ ใช้ความรู้ในการคิดและมี นักเรียนเพียง 3-4 คนที่ใช้วิธี นี้ หรือ 3-4 % ของนักเรียน
1 (ควร ปรับปรุง)	เลือกใช้หลักการการ แปลงทางเรขาคณิตได้ ไม่เหมาะสม คัดลอก ผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรู้ในการคิด ของตนเองเลย	คิดหาวิธีการสร้าง ผลงานได้ไม่ถูกต้องไม่ เหมาะสม คัดลอก ผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรู้ในการคิด ของตนเองเลย	วิธีการสร้างผลงานได้ไม่ ถูกต้องไม่เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่ง ไม่ใช้ความรู้ในการคิดของ ตนเองเลย

2.2 ขั้นพัฒนา

2.2.1 นำแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา จากการหาค่า IOC ถ้าดัชนีที่คำนวณได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า ข้อความนั้นมีความเหมาะสมของภาษา ส่วนข้อที่ดัชนีน้อยกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.2 นำแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน เมื่อพบข้อบกพร่องให้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม ดังนี้ การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จำนวน 3 คน ผลการประเมินปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับดี แสดงว่าแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:3) จำนวน 9 คน ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับดี (ภาคผนวก ง)

2.2.3 นำแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP จากข้อ 2.2.2 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน เพื่อเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ปฐมนิเทศนักเรียนก่อนที่จะดำเนินการสอน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ให้เข้าใจถึงบทบาทของนักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

3. ดำเนินการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการ เรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 เล่ม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอน 18 ชั่วโมง

4. เก็บรวบรวมข้อมูลทุกชุดกิจกรรมฯ ประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และ ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนชุด กิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปบันทึกข้อมูล ข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ ในครั้งต่อไป

5. หลังจากดำเนินการทดลองสอนชุดกิจกรรมการจัดการเรียนคณิตศาสตร์ฯ ครบทั้งหมด 5 เล่มแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ฉบับเดียวกับก่อนเรียน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ผล สรุปผลและแปร ผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ ดำเนินการ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทาง เรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) กับค่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน (E_2) จากสูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าหรือ เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 75/75

1.2 ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ด้านความเข้าใจด้าน การนำไปใช้และการวิเคราะห์ จากที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน (C.V.) และใช้สถิติ T-test แบบ Pair-test และผลการ ประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลการประเมินหาฐานนิยม และค่าร้อยละ แล้วสรุปผล

1.3 วิเคราะห์แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิดละเอียดลออ ด้านคิดริเริ่ม เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z-test โดยนำข้อมูลการประเมินหาฐานนิยมและค่าร้อยละ แล้วสรุปผล

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้จาก ผลการตรวจชิ้นงาน ใบงาน การประเมินการทำกิจกรรม และแบบบันทึกผลหลังการสอน โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และ อภิปรายผล เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงสภาพ ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการวิจัย และแนวทางแก้ไข พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ดังนี้

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 26) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละ} = \frac{r}{n} \times 100$$

เมื่อ r แทน จำนวนข้อมูลที่สนใจ
 n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 28) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกคนในกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 53) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 สถิติที่ใช้ในการคุณภาพเครื่องมือ

1) การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 206)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือที่สอดคล้องกับกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การหาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 227)

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

เมื่อ P คือ ดัชนีความยากง่าย

R คือ จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3) การหาอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, 223)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B คือ ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U คือ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในแบบทดสอบในข้อนั้นในกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์

L คือ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในแบบทดสอบในข้อนั้นในกลุ่มผู้ไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 คือ จำนวนผู้ผ่านเกณฑ์

n_2 คือ จำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์

4) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย โดยใช้วิธีของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR.20 (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, 214)

$$\text{KR.20} \quad , \quad r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือรวบรวมข้อมูล

k คือ จำนวนข้อในเครื่องมือรวบรวมข้อมูลที่นำมาคำนวณ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมในแต่ละคน

p คือ สัดส่วนคนทำถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนคนทำผิดในแต่ละข้อ ($q = p-1$)

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับ

5) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอัตนัย โดยใช้วิธีของสอยท์ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 219)

$$r_u = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ r_u คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

MS_E คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างผู้ตอบ (Between People)

2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ ดังนี้

1) หาค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{x}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ คือ ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$(\sum x)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ

ทดสอบ t-test แบบ Pair-test (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 323) โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{d} - d_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \quad \text{องศาเสรี (d.f.) } n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 $\bar{d}$ แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 d_0 แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่คาดหวังเกิดใน
 ประชากร
 S_d แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลัง
 เรียน
 n แทน จำนวนคู่ของตัวอย่าง

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

2) การเปรียบเทียบการกระจายของคะแนนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
 โดยใช้สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553: น.
 57) โดยใช้สูตร

$$C.V. = \frac{S.D.}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ C.V. แทน สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน
 $S.D.$ แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

3) การทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติเกี่ยวกับค่าสัดส่วน ข้อมูลจากประชากร 1 กลุ่ม
 (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 355) โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$$

เมื่อ p เป็นสัดส่วนของลักษณะประชากรที่สนใจ

q เป็นสัดส่วนของลักษณะประชากรที่ไม่สนใจ $q = 1 - p$ หรือ $p + q = 1$

ให้ X แทนจำนวนข้อมูลที่สนใจของประชากร

N แทนจำนวนประชากร

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

ดังนั้น x แทนจำนวนข้อมูลที่สนใจของกลุ่มตัวอย่าง

n แทนจำนวนตัวอย่าง

$$\hat{p} = \frac{x}{n} \quad \text{และ} \quad \hat{q} = 1 - \hat{p} \quad \text{หรือ} \quad \hat{p} + \hat{q} = 1$$

$\hat{p}$ เป็นสัดส่วนของลักษณะที่กลุ่มตัวอย่างสนใจ

$\hat{q}$ เป็นสัดส่วนของลักษณะที่กลุ่มตัวอย่างไม่สนใจ

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในหัวข้อเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชิงดาววิทยาคม อำเภอเชิงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ห้อง จำนวน 29 คน ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ผู้วิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับเนื้อหาสาระในชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5 เล่ม โดยเล่มที่ 1 เรื่องพื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 3 กิจกรรม เล่มที่ 2 เรื่องการเลื่อนขนาน จำนวน 3 กิจกรรม เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน จำนวน 3 กิจกรรม เล่มที่ 4 การหมุน จำนวน 3 กิจกรรม เล่มที่ 5 การประยุกต์ใช้ จำนวน 4 กิจกรรม รวมทั้งหมด 16 กิจกรรม รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ทักษะการร่วมมือ	ทักษะความคิดสร้างสรรค์	เวลาที่ใช้
เล่มที่ 1					
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	-แบบฝึกทักษะที่ 1	1
2	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรม GSP	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD	แบบกลุ่ม 4-5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 2	1
3	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรม GSP	เทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD	แบบกลุ่ม 4-5 คน	-แบบฝึกทักษะที่ 3	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้ แบบร่วมมือ	ทักษะการร่วมมือ	ทักษะ ความคิด สร้างสรรค์	เวลาที่ ใช้
เล่มที่ 2					
1	การเลื่อนขนาน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	แบบกลุ่ม 4-5 คน แบบจับคู่	แบบฝึก ทักษะที่ 1 แบบฝึก ทักษะที่ 2	1
2	พิกัดของรูป เรขาคณิตที่เกิด จากการเลื่อน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ LT และ TAI	แบบกลุ่ม 4-5 คน	แบบฝึก ทักษะที่ 3	1
3	ขนานบนระนาบ เกิดจากการเลื่อน ขนานรูปต้นแบบ พิกัดของรูป เรขาคณิตที่เกิด จากการเลื่อน ขนาน บนระนาบเกิดจาก การเลื่อนขนานรูป ต้นแบบ	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ STAD และ TAI	แบบกลุ่ม 4-5 คน		1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้ แบบร่วมมือ	ทักษะการ ร่วมมือ	ทักษะความคิด สร้างสรรค์	เวลาที่ ใช้
เล่มที่ 3					
1	การสะท้อน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 1 แบบฝึกทักษะที่ 2	1
2	การสะท้อน	เทคนิคการสอน แบบ STAD และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน		1
3	พิกัดของรูป เรขาคณิตที่เกิด จากภาพสะท้อน บนระนาบพิกัด ฉาก	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	2. แบบจับคู่ 1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 3 แบบฝึกทักษะที่ 4	1
เล่มที่ 4					
1	การหมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 1	1
2	การหมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 2	1
3	พิกัดของรูป เรขาคณิตที่เกิด จากการหมุนบน ระนาบพิกัดฉาก ศิลปะกับการ	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 3 แบบฝึกทักษะที่ 4	1
4	หมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ Jigsaw	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน	แบบฝึกทักษะที่ 5	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้ แบบร่วมมือ	ทักษะการร่วมมือ	ทักษะความคิด สร้างสรรค์	เวลาที่ ใช้
เล่มที่ 4					
1	การหมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 1	1
2	การหมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 2	1
3	พิกัดของรูป เรขาคณิตที่ เกิดจากการ หมุนบนระนาบ พิกัดฉาก	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI และ Think Pare Share	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน 2. แบบจับคู่	แบบฝึกทักษะที่ 3 แบบฝึกทักษะที่ 4	1
4	ศิลปะกับการ หมุน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ Jigsaw	1.แบบกลุ่ม 4-5 คน	แบบฝึกทักษะที่ 5	1
เล่มที่ 5					
1	การหมุน การ สะท้อน และ การเลื่อน ขนาน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน	ใบกิจกรรมที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2	1
2	ทศเชลเลขัน	เทคนิคการเรียนรู้ แบบ TAI	1. แบบกลุ่ม 4-5 คน	ใบกิจกรรมที่ 4 ใบกิจกรรมที่ 5	2
รวม					16

สรุปโดยภาพรวม จากตารางรายละเอียดชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะเห็นได้ว่าการนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการ เรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) จำนวน 5 แผน รูปแบบคิด และคุยกัน (Think Pare Share) จำนวน 8 แผน รูปแบบการเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยเพื่อนเป็น รายบุคคล (TAI) จำนวน 10 แผน รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) จำนวน 1 แผน และรูปแบบ ปริศนาความรู้ (Jigsaw) จำนวน 1 แผน และมีชิ้นงานในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 20 ชิ้นงาน รวมจำนวนชั่วโมงทั้งหมด 16 ชั่วโมง โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ จะใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในรูปแบบการเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) มากที่สุด

1.2 การประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้และด้านการวัดผลและประเมินผล ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการประเมินดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.93	0.15	มากที่สุด
1.2 เนื้อหามีความละเอียดครบถ้วนและชัดเจน	4.67	0.00	มากที่สุด
1.3 เนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน	4.73	0.28	มากที่สุด
1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.60	0.37	มากที่สุด
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ	4.80	0.30	มากที่สุด
1.6 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรม GSP	4.67	0.24	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา	4.73	0.13	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	3.93	0.15	มาก
2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.30	มาก
2.3 กิจกรรมสร้างความสนใจของผู้เรียน	3.93	0.15	มาก
2.4 ส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมที่กำหนด	3.67	0.00	มาก
2.5 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่	3.33	0.00	ปานกลาง
1) แบบร่วมมือกันแข่งขันทำกิจกรรม (TGT)			
2) แบบร่วมมือโดยวิธีแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (STAD)			
3) แบบเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together : LT)			
4) คิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share)			
5) แบบร่วมมือโดยวิธีปริศนาความรู้ (Jigsaw)			
2.6 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP	3.67	0.00	มาก
2.7 กิจกรรมสะท้อนทักษะความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน ได้แก่	4.00	0.00	มาก
1) ความคิดคล่อง			
2) ความคิดริเริ่ม			
3) ความคิดละเอียดลออ			
สรุปผลการประเมินความเหมาะสม ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	3.82	0.12	มาก

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.15	มาก
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.33	0.00	มาก
3.4 เร้าความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี	4.67	0.00	มากที่สุด
3.5 มีประโยชน์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.67	0.00	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านสื่อการเรียนรู้	4.61	0.07	มากที่สุด
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 วิธีการวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต	4.33	0.00	มาก
4.3 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลสามารถวัดได้ตรงตามสภาพจริง	4.60	0.39	มากที่สุด
4.4 เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลมีความเหมาะสม	4.53	0.16	มากที่สุด
4.5 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเวลา	4.53	0.16	มากที่สุด
4.6 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับความสามารถ และวัยของผู้เรียน	4.60	0.13	มากที่สุด
4.7 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.53	0.16	มากที่สุด
4.8 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้	4.73	0.25	มากที่สุด
4.9 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความคิดสร้างสรรค์ได้แก่	4.53	0.27	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดริเริ่ม 3) ความคิดละเอียดลออ			
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านสื่อการเรียนรู้	4.60	0.12	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมรวม 4 ด้าน	4.44	0.07	มาก

จากข้อมูลตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมโดยภาพรวมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

ด้านเนื้อหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.13 และมีข้อ 1.2 ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกัน

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 และมีข้อ 2.4 , 2.5 , 2.6 และ 2.7 ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกัน

ด้านสื่อการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 และมีข้อ 3.2 , 3.3 , 3.4 และ 3.5 ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกัน

ด้านการวัดผลประเมินผล มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 และมีข้อ 4.1 และ 4.2 ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกัน

สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านเนื้อหา รองลงมาคือ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผลและด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ

1.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมระหว่างเรียน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมระหว่างเรียน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่ใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรม เล่มที่	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน) (E_2)
	จำนวน	คะแนนเต็ม	คะแนนเต็ม รวม	คะแนนที่ได้	
1	29	30	870	775	80.34
2	29	50	1,450	1,101	
3	29	60	1,740	1,375	
4	29	50	1,450	1,076	
5	29	50	1,450	1,116	
รวมร้อยละเฉลี่ย (E_1)			81.60		(E_2) = 80.34

จากข้อมูลตารางที่ 4.3 พบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.60 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.34 ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ 75/75 แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 6.60 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 5.34

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60 / 80.34 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการประเมินด้านความรู้ระหว่างเรียน

การประเมินด้านความรู้ระหว่างเรียน ประเมินจากคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมตรวจสอบความรู้และทักษะหลังเรียนในแต่ละชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 เล่ม ด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนด้านความรู้ระหว่างเรียนจากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมฯ เล่มที่	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
1	10	7.00	1.22	ดี
2	10	7.10	0.56	ดี
3	10	7.17	0.97	ดี
4	10	7.00	1.28	ดี
5	10	7.17	0.89	ดี
สรุปผลการประเมินด้านความรู้ระหว่างเรียน		7.09	1.01	ดี

จากข้อมูลตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียนในแต่ละชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทุกชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย พบว่า ชุดกิจกรรมเล่มที่ 3 กับเล่มที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับชุดกิจกรรมเล่มที่ 2 สำหรับชุดกิจกรรมเล่มที่ 1 กับเล่มที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าชุดกิจกรรมอื่น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ก่อนเรียน – หลังเรียน

การประเมินด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ประเมินจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการทดสอบค่าเฉลี่ยสถิติ T – test (Dependent Sample) แบบ Pair – Test ผลการประเมินดังตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าสถิติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	X (S.D.)		C.V.		t – test	P - value
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
ด้านความรู้							
1) ความเข้าใจ	23	11.07(3.69)	18.22(1.68)	27.62	15.11	11.92***	1.44E-12
2) การนำไปใช้	1	0.25(0.44)	0.75(0.44)	11.33	6.88	5.20***	8.993E-06
3) การวิเคราะห์	6	2.54(1.75)	5.25(0.70)	21.92	5.96	8.57***	9.448E-14
ด้านทักษะ	10	5.09(1.10)	7.29(0.91)	21.69	11.96	13.45***	1.783E-13
กระบวนการ							
รวม	40	19.00(1.33)	31.79(0.93)	20.64	9.98	12.84***	2.493E-14

***ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

จากข้อมูลตารางที่ 4.5 การประเมินความรู้ก่อนและหลังเรียนด้วยค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) และสถิติทดสอบค่าเฉลี่ย t-test พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 7.15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน 2.01 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน

เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 0.50 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน 0.00 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.71 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน 1.05 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน 0.19 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปได้ว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 12.79 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน 0.40 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เล่มที่	ระดับคุณภาพ	จำนวน (N = 29)	ทักษะการแก้ปัญหา		จำนวน (N = 29)	ทักษะการให้ เหตุผล	
			ร้อยละ	ฐานนิยม		ร้อยละ	ฐานนิยม
1	ดี	16	55.17	ดี	17	58.62	ดี
	พอใช้	11	37.93		11	37.93	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
2	ดี	17	58.62	ดี	16	55.17	ดี
	พอใช้	11	37.93		11	37.93	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
3	ดี	15	51.72	ดี	17	58.62	ดี
	พอใช้	12	41.38		11	37.93	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
4	ดี	16	55.17	ดี	15	51.72	ดี
	พอใช้	11	37.93		12	41.38	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
5	ดี	15	51.72	ดี	15	51.72	ดี
	พอใช้	12	41.38		12	41.38	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
1	ดี	15	51.72	ดี	16	55.17	ดี
	พอใช้	12	41.38		11	37.93	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
2	ดี	17	58.62	ดี	16	55.17	ดี
	พอใช้	11	37.93		11	37.93	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
3	ดี	17	58.62	ดี	15	51.72	ดี
	พอใช้	11	37.93		12	41.38	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
4	ดี	15	51.72	ดี	15	51.72	ดี
	พอใช้	12	41.38		12	41.38	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

เล่มที่	ระดับคุณภาพ	จำนวน (N = 29)	ทักษะการสื่อสาร สื่อ		จำนวน (N = 29)	ทักษะการเชื่อมโยง ความรู้	
			ร้อยละ	ฐานนิยม		ร้อยละ	ฐานนิยม
5	ดี	17	58.62	ดี	15	51.72	ดี
	พอใช้	11	37.93		12	41.38	
	ควรปรับปรุง	2	6.90		2	6.90	
รวม		29	100	ดี	29	100	ดี

จากข้อมูลตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและทักษะการเชื่อมโยงความรู้ พบว่า

จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้ง 5 เล่ม นักเรียนมากกว่า ร้อยละ 55 มีทักษะการแก้ปัญหอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนออยู่ในระดับดีและนักเรียนมากกว่าร้อยละ 51 มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ในระดับดี

สรุปได้ว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและทักษะการเชื่อมโยงความรู้ โดยภาพรวมฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

การวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิดละเอียดลออและด้านคิดริเริ่ม ตัวอย่างนักเรียน จำนวน 29 คน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.7 ถึง ตารางที่ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ร้อยละระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการ
แปลงทางเรขาคณิต จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้
รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

เล่มที่	ระดับคุณภาพ	ด้านคิดคล่องแคล่ว		ด้านคิดละเอียดลออ		ด้านคิดริเริ่ม	
		ร้อยละ	ฐานนิยม	ร้อยละ	ฐานนิยม	ร้อยละ	ฐานนิยม
1	ดี	68.97 (20)		68.97 (20)		65.52 (19)	
	พอใช้	31.03 (9)	ดี	31.03 (9)	ดี	44.44 (10)	ดี
	ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		16.67 (0)	
2	ดี	79.31 (23)		65.52 (19)		72.41 (21)	
	พอใช้	20.69 (6)	ดี	44.44 (10)	ดี	27.59 (8)	ดี
	ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.00 (0)	
3	ดี	79.31 (23)		65.52 (19)		82.76 (24)	
	พอใช้	20.69 (6)	ดี	34.48 (10)	ดี	17.24 (5)	ดี
	ควรปรับปรุง	0.00 (0)		0.00 (0)		0.0 (0)	
4	ดี	82.76 (24)		65.52 (19)		86.21 (25)	
	พอใช้	10.34 (3)	ดี	31.03 (9)	ดี	13.79 (4)	ดี
	ควรปรับปรุง	6.90 (2)		3.45 (1)		0.00 (0)	
5	ดี	72.41 (21)		65.52 (19)		79.31 (23)	
	พอใช้	24.14 (7)	ดี	31.03 (9)	ดี	17.24 (5)	ดี
	ควรปรับปรุง	3.45 (1)		3.45 (1)		3.45 (1)	
รวม		100	ดี	100	ดี	100	ดี

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ควบคู่กับ โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิด
ละเอียดลออ และด้านคิดริเริ่ม พบว่า

จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้ง 5 เล่ม นักเรียนมากกว่าร้อยละ
79 มีด้านคิดคล่องแคล่วอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 65 มีด้านคิดละเอียดลอออยู่ใน
ระดับดี และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 79 มีด้านคิดริเริ่มในระดับดี

สรุปได้ว่านักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิด
ละเอียดลออและด้านคิดริเริ่ม โดยภาพรวมฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.8 การทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดคล่องแคล่ว จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

เล่มที่	ร้อยละของนักเรียน		Z - test	P - value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	68.97	50	2.043**	0.02052
2	79.31	50	3.157**	0.000798
3	79.31	50	3.157**	0.000798
4	82.76	50	3.528**	0.0002091
5	72.41	50	2.414**	0.000798

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านคิดคล่องแคล่วในระดับดี พบว่าชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 5 เล่มมีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่าร้อยละ 50 ที่กำหนด เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่องแคล่ว ระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ตามกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.9 การทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดละเอียดลออ จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

เล่มที่	ร้อยละของนักเรียน		Z - test	P - value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	68.97	50	2.043**	0.02052
2	65.52	50	1.672**	0.047306
3	65.52	50	1.672**	0.047306
4	65.52	50	1.672**	0.047306
5	65.52	50	1.672**	0.047306

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระหว่างเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคิดละเอียดลออในระดับดี พบว่า ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 5 เล่มมีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่า ร้อยละ 50 ที่กำหนด เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z - test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดละเอียดลออ ระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 ตามกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ 4.10 การทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

เล่มที่	ร้อยละของนักเรียน		Z - test	P - value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	65.52	50	1.672**	0.047306
2	72.41	50	2.414**	0.007897
3	82.76	50	3.528**	0.000209
4	86.21	50	3.900**	4.811E-05
5	79.31	50	3.157**	0.000798

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านคิดริเริ่มในระดับดี พบว่า ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 5 เล่มมีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่าร้อยละ 50 ที่กำหนด เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z - test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดริเริ่ม ระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ตามกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) เพื่อศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 32 ข้อ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 เล่ม เล่มที่ 1 – 4 จำนวนเล่มละ 3 ชั่วโมง เล่มที่ 5 จำนวนเล่มละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ระหว่างเรียนประเมินชิ้นงานนักเรียนโดยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 32 ข้อ

วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) หากคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความ

เชื่อมั่น เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าเฉลี่ย t-test แบบ pair – test การประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยหาฐานนิยมและค่าร้อยละและการทดสอบสัดส่วนโดยใช้ Z – test

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบสมมติฐาน สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลการพัฒนาชุดกิจกรรมฯ มีจำนวน 5 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP ชุดที่ 2 เรื่องการเลื่อนขนาน ชุดที่ 3 เรื่อง การสะท้อน ชุดที่ 4 เรื่อง การหมุนและชุดที่ 5 เรื่องการประยุกต์ใช้ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) จำนวน 5 แผน รูปแบบคิดและคุยกัน (Think Pare Share) จำนวน 8 แผน รูปแบบการเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) จำนวน 10 แผน รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) จำนวน 1 แผน และรูปแบบปริศนาความรู้ (Jigsaw) จำนวน 1 แผน และมีชิ้นงานในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 20 ชิ้นงาน รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมฯ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านเนื้อหา รองลงมาคือ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผล และด้านกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60/80.34 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การประเมินระหว่างเรียนชุดกิจกรรมฯ 5 ชุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.09 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.01 มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านทักษะกระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและทักษะการเชื่อมโยงความรู้ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 55 มีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ อยู่ในระดับดี และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 51 มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ในระดับดี ดังนั้นโดยภาพรวมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกด้านฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี

3. ผลการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 79 มีด้านคิดคล่องแคล่วและด้านคิดริเริ่มอยู่ในระดับดี และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 65 มีด้านคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดี ดังนั้นโดยภาพรวมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทุกด้านฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี

ผลการทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ในระดับดี จากการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP พบว่า ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิดละเอียดลออ และด้านคิดริเริ่ม มีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่าร้อยละ 50 เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z-test สรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างน้อยร้อยละ 50 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิตโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 5 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยโปรแกรม GSP ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ชุดที่ 2 เรื่องการเลื่อนขนาน ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ชุดที่ 3 เรื่อง การสะท้อน ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ชุดที่ 4 เรื่อง การหมุน ใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง และชุดที่ 5 เรื่องการประยุกต์ใช้ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) จำนวน 5 แผน รูปแบบคิดและคุยกัน (Think Pair Share) จำนวน 8 แผน รูปแบบการเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) จำนวน 10 แผน รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) จำนวน 1 แผน และรูปแบบปริศนาความรู้ (Jigsaw) จำนวน 1 แผน และมีชิ้นงานในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 20 ชิ้นงาน รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 5 ขั้นตอน เริ่มจากขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมและนำเข้าสู่บทเรียน จัดกลุ่มผู้เรียนกลุ่มตามความสามารถของผู้เรียน แจกจุดประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ และนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนเนื้อหาเดิม ด้วยการให้ผู้เรียนตอบคำถามหรือเล่นเกม เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดความพร้อม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูแนะนำเนื้อหาใหม่ โดยการอภิปราย ชี้แนะ สนทนา ซักถามและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบต่องานของกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย โดยครูใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น STAD, TAI, Jigsaw, L.T. และ Think Pair Share ในแต่ละชั่วโมงจะนำเทคนิค STAD, TAI, Jigsaw, L.T. มา 1 เทคนิค มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และเทคนิค Think Pair Share จะนำไปใช้ในการกิจกรรม โดยเริ่มจากการใช้เทคนิค STAD, TAI, Jigsaw, L.T. เพื่อให้ นักเรียนทุกคนในแต่ละกลุ่มได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยกันระดมความคิดร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซักถามกันภายในกลุ่ม หรือระหว่างกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากนั้นจะใช้เทคนิค Think Pair Share โดยให้นักเรียนจับคู่กัน แลกเปลี่ยนวิธีคิด แนวคิดของตนเอง นำมาอภิปรายให้แก่กันและกัน เพื่อจะได้รับฟังแนวคิดของเพื่อน ซึ่งอาจเป็นวิธีคิดใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้น นักเรียนจะได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ก่อนแล้วจึงทำงานเป็นกลุ่มเล็ก และการทำงานด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้อย่างเต็มที่ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ตรวจสอบว่า ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล และทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้เรียนไม่สามารถปรึกษา หรือซักถามกันและกันได้ ถ้าหากมีผู้เรียนที่อาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังบกพร่อง ครูผู้สอนอาจจะนัดผู้เรียนมาสอนนอกเวลาเรียนในช่วยพัก เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วให้ผู้เรียนทำการสอบใหม่อีกครั้ง และตรวจสอบความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในแต่ละ

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ฯ และขั้นตอนที่ 5 ขึ้นสรุปบทเรียน ผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ผู้สอนช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้และวิเคราะห์กระบวนการทำงานกลุ่ม และประเมินผลหาจุดเด่นและสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และจัดลำดับคะแนน และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60/80.34 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 ตามหลักการของ รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น. 50-51) กล่าวว่า นวัตกรรมการศึกษาที่มุ่งแก้ไขปัญหหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความน่าสนใจ เพราะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม GSP ซึ่งมีความแตกต่างจากการเรียนที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน และชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างพิถีพิถัน โดยอาศัยหลักการการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่มีขั้นตอนและมีระบบวิธีการที่เหมาะสม คือ ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู เนื้อหาวิชา พร้อมทั้งยังผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพ เริ่มตั้งแต่การตรวจสอบแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาตลอดจนผู้เชี่ยวชาญ และก่อนที่จะนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ผ่านการทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ แล้วนำมาแก้ไขส่วนที่บกพร่อง และปรับปรุงให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น จนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP มีความหลากหลาย ไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการทำกิจกรรม เนื้อหาเริ่มจากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการทำชุดกิจกรรม และครูก็คอยดูแลให้คำแนะนำ และจัดบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตื่นเต้น โดยการจับเวลาในการทำชุดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดการแข่งขันให้รางวัลสำหรับคนที่ทำชุดกิจกรรมเสร็จก่อนและถูกต้อง เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 182-184) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนที่มีเทคนิควิธีที่หลากหลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) ของ Skinner ซึ่งการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกจะได้รับมอบหมายหน้าที่ทุกคน และยึดหลักว่าความสำเร็จของตนคือความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นในการทำงานจะต้องมีการให้กำลังใจกัน อาจเป็นคำชมเชย รางวัล เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทำงานให้ดีที่สุด เพื่อผลสำเร็จของ

กลุ่ม ซึ่งหลักการดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากวิธีการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification) ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant Conditioning) มีแนวคิดว่าการกระทำใด ๆ ที่ได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีกส่วนการกระทำใด ๆ ที่ไม่ได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะลดลงและหายไปในที่สุด และการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีประโยชน์มากในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งประโยชน์ที่ได้คือ สามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เป็นจริง ทำให้เข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้รู้จักการคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างสมมุติฐานอันจะนำไปสู่การทดลอง เพื่อสรุปผล ตอบปัญหาที่ต้องคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างยากลำบากได้อย่างง่ายดายและเพิ่มความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานด้านศิลปะทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบที่สวยงาม รวมทั้งสามารถออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์วัสดุที่สวยงามได้มากมาย เช่น การออกแบบลายผ้า โคมไฟ

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของเกศสุเมษฐ์ สาหับ (2556) วิจัยเรื่อง ผลของการสร้างบทเรียนบนเว็บที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 80.38/81.56 ทั้งนี้ยังมีงานวิจัยของพานทอง ไพรลีน (2554) วิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการ์ตูน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบบทเรียนการ์ตูน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.25/81.04 และอมรรัตน์ แสงทอง (2553) วิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยโปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 88.49/83.48

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การประเมินด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านทักษะกระบวนการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ซึ่งก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 19.00 และหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 31.79 จากการทดสอบ $t - test$ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และผลการพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและทักษะการเชื่อมโยงความรู้ พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 55 มีทักษะการแก้ปัญหอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี นักเรียนมากกว่าร้อยละ 58 มีทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ อยู่ในระดับดี และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 51 มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ในระดับดี ดังนั้น โดยภาพรวมฐานนิยมนีมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการ ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เป็นเพราะชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ฯ เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันคิดแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสามัคคี มีความตั้งใจเรียน เอาใจใส่ต่อการเรียน และเรียนรู้อย่างมีความสุข รวมทั้งช่วยกันอธิบายเนื้อหาเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มไม่เข้าใจ ให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 182-184) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนที่มีเทคนิควิธีที่หลากหลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Theory) การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนที่เน้นการช่วยเหลือ ร่วมกันคิดแก้ปัญหา นั่นคือให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ ค้นหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ จากลักษณะดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาเพราะการที่ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว จะทำให้เกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและมีการพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ จนสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กวิตา อ่องพิมาย (2557) วิจัยเรื่องการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของกองสิน อ่อนวาด (2550) ทำการวิจัยเรื่องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้การเรียน แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของอัสวชัย ลิ้มเจริญ (2545) วิจัยเรื่องเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับที่ได้รับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 79 มีด้านคิดคล่องแคล่วและด้านคิดริเริ่มอยู่ในระดับดี และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 65 มีด้านคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดี ดังนั้นโดยภาพรวมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี และจากผลการทดสอบสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านคิดคล่องแคล่ว ด้านคิดละเอียดลออและด้านคิดริเริ่ม ระดับดี เมื่อทดสอบสัดส่วน โดยใช้สถิติ $Z - test$ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นการช่วยยกระดับความสามารถ ความอดทนและความคิดริเริ่มของผู้เรียนให้เพิ่มมากขึ้นและยังเป็นการพัฒนาความสนใจในการเรียนรู้ พัฒนาการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และพัฒนาตัวเองให้ทันสมัยมากขึ้น เนื่องมาจากความสามารถของผู้เรียนในกระบวนการคิดพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดค้นแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่สร้างความคิดหรือจินตนาการ โดยเป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสม จึงทำให้เกิดผลงานที่ผลิตของผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการที่จัดกระทำให้เกิดทักษะที่ใช้ในแง่ความคล่องแคล่วตามบุคลิกภาพของผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งการจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ เพื่อการให้ใช้จินตนาการตนเองกระตุ้นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เห็นว่าความคิดของทุกคนมีคุณค่าและนำไปใช้ประโยชน์ได้และควรสนับสนุนผู้คิดค้นผลงานแปลกใหม่ได้มีโอกาสนำเสนอผลงานของตนเอง ก่อให้เกิดความสนุกในการคิดค้นหาวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอเพราะจะทำให้ชีวิตไม่จำเจ สร้างความเชื่อมั่น ความน่านับถือและความพอใจในตัวเองขึ้นมา เมื่อใดที่ผู้เรียนพัฒนาขีดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จนสามารถเผชิญหน้าและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ อย่างราบรื่น ก็จะเกิดความภูมิใจในตนเอง ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมในทักษะความคิดสร้างสรรค์ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน โดยผู้เรียนมีความคิดที่อิสระ ไม่มีรูปแบบตายตัว ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการบูรณาการในตัวเอง เปิดทางเลือกให้ผู้เรียนหาคำตอบที่หลากหลายรวมถึงการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม จนกระทั่งผู้เรียนสร้างชิ้นงาน/ผลงานสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่ที่เป็นรูปธรรม เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอนจากง่ายไปหายาก สิ่งที่เกิดขึ้นไปตลอด เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ยึดหลักทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford, 1956, น. 53) แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ คือ (1) เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่สมองรับเข้าไปคิดมี 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม (2) วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ลักษณะกระบวนการทำงานของสมองแบบต่าง ๆ มี 5 แบบ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ ความจำ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) การคิดแบบอนนัย และการประเมินผล (3) ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดการทำงานของความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลผลิตของความคิดออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ การแปลงรูปและสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญฉिता จิตรีเชาว์ (2558) วิจัยเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนการฝึกทักษะกับหลังการฝึกทักษะ คะแนนหลังการฝึกทักษะสูงกว่าคะแนนก่อนการฝึกทักษะ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในช่วงของการฝึกความคิดคล่องแคล่ว นักเรียนคิดตามเงื่อนไขและสถานการณ์ที่กำหนดในแต่ละกิจกรรมเป็นคำถามที่เปิดกว้างสำหรับการตอบคำถามของนักเรียน โดยมีเวลาเป็นตัวกำหนด ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างรวดเร็วและหลากหลายตามระยะเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรนำผลงานที่เกิดจากการวิจัยในครั้งนี้ ไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองในโรงเรียนเดียวกันและเผยแพร่ไปยังโรงเรียนอื่น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วย

1.2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ก่อนการแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรมต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลความพร้อมทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สติปัญญาและพื้นฐานเดิมของนักเรียนแต่ละคน

1.3 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นฝึกทักษะ นักเรียนอาจใช้เวลาทำกิจกรรมนานกว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นครูผู้สอนอาจจะยืดหยุ่นเวลาได้ตามความเหมาะสม

1.4 จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยโปรแกรม GSP ช่วยให้งานบริหารวิชาการ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคอมพิวเตอร์ ควรสนับสนุนให้มี และให้ใช้คอมพิวเตอร์อย่างทั่วถึงและเพียงพอแก่นักเรียน

1.4.1 ควรจัดให้มีคอมพิวเตอร์ไว้ประจำห้องศูนย์การเรียนรู้ ห้องเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะนอกเวลาเรียน

1.4.2 ควรเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานในการใช้โปรแกรม GSP โดยให้เข้าใจและใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้

1.4.3 ควรศึกษาเครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดชัดเจนเพราะผล ต่อไปผลกระทบกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ต้องมีการแก้ปัญหาสถานการณ์ใน ชั่วโมงเรียนนั้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนานำโปรแกรมไปใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ใน ระดับชั้นอื่น ๆ และประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อไป

2.2 ควรสนับสนุนและส่งเสริมให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นำโปรแกรม GSP ไปใช้ ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างแพร่หลาย

2.3 นอกจากโปรแกรม GSP แล้วอาจมีโปรแกรมอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ หรือบางโปรแกรมได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้เหมาะสมกับ บทเรียน ควรมีการศึกษาและวิจัยให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

2.4 ควรทำการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ โปรแกรม GSP กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บรรณานุกรม

- กนกพรรณ พนุสุวรรณ. (2554). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์).
- กวิตา อ่องพิมาย. (2557). การใช้โปรแกรม GSP (The Geometer' Sketchpad) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต และเทคโนโลยีการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา).
- กองสิน อ่อนวาด. (2550). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิริกานต์ คำขาว. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา และผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่).
- เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: บริษัทสถาพรบุ๊ค จำกัด.
- คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม. (2552). สารานุกรมสำหรับครูคณิตศาสตร์ รวบรวมความประสบการณ์สอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จัญญา ปะวะภูชะโก. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์: การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- จอห์นสัน และจอห์นสัน. (2003). ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative or Collaborative Learning). สืบค้นเมื่อวันที่ จาก <http://niramon2244.blogspot.com/2015/07/theory-of-cooperative-or-collaborative.html>

- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชัน.
- _____. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่ ทฤษฎี แนวปฏิบัติ และผลการวิจัย. นนทบุรี: บริษัท สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- ณัฐกฤษ จันทร์ตะ. (2547). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ความ น่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์).
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ. (2545). ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- ทิสนา แยมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: ค่านุศาสตร์การพิมพ์.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2541). การพัฒนาการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชญ์สินี ชมภูคำ. (2553). สถิติเพื่อการวิจัย. เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- _____. (2556). การอบรมเชิงปฏิบัติการแบบกัลยาณมิตร โครงการวิจัยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. หลักสูตรคุษบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิจิต ฤทธิจรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เข้า ออฟเคอร์มีสท์.
- พิสมัย ศรีอำไพ. (ม.ป.ป). หนังสืออ้างอิง เอกสารประกอบการสอนวิชา 506712. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- รัศมี ฐัญจน์ม. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูลโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิชัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์).
- รัตนะ บัวสนธิ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: คำสมัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลของการพัฒนานวัตกรรมทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's sketchpad*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : แอล ที เพรส.
- วีระศักดิ์ ชมภูคำ และพิชญ์สินี ชมภูคำ. (2555). การหาคุณภาพเครื่องมืองานวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ทางสถิติเพื่อสร้างงานวิจัยอย่างมีคุณภาพ. เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ศศิธร เวียงวาลย์. (2556). การจัดการเรียนรู้ (*LEARNING MANAGEMENT*). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า. (2545). เอกสารประกอบการอบรมยุทธศาสตร์การปรับวิธีเรียนการเปลี่ยนวิธีสอนเพื่อเตรียมครูสู่ความก้าวหน้าในอนาคต. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2551). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาคพิมพ์.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ. (2554). หลักสูตรการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: ดวงกมลพับลิชชิง.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สำนักงานการปฏิรูปการศึกษา. (2544). *การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ*
2542. กรุงเทพฯ: สำนักงานการปฏิรูปการศึกษา (สปศ) องค์กรมหาชนเฉพาะกิจ.

_____. (2545). *ปัญหาปฏิรูปการศึกษาแนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ:
บริษัทพิมพ์ดี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *สภาวิชาการศึกษาไทยในเวที*
โลก พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ: บริษัท พรินทวาทกราฟฟิค จำกัด.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*.
(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควรรณกิจ.

เสรี สุขโยธิน. (2556). *GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 2 การสร้างสรรค์ผลงาน*.
กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

อมรรัตน์ แสงทอง. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง*
การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
(วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ

วชิราลงกรณ์).
อาทรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์.

_____. (2553). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อารี รัชสินันท์. (2527). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ธนกิจการพิมพ์.

อารี พันธุ์มณี. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.

อารีย์ วชิรวารการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

อัสวชัย ลิ้มเจริญ. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์*
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่ม
ผลสัมฤทธิ์และการสอนตามปกติ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตร

และการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์).
Almeqdadi, F. (2000). *The effect of using Goometer's Sketchpad (GSP) on Jordanian*
students' understanding of geometrical concept. [Abstract]. Dissertation Abstracts
international, Retrieved June 12, 2004, from <http://www.ERIC:ED477317>, 2000.

- Hossain A, and Tarmizi R. A. (2013) Effects of cooperative learning on students' achievement and attitudes in secondary mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, P. 93.
- Gokkurt B., Sefa Dunder, Yasin Soylu and Levent Akgun. (2012) "*The effects of learning together technique which is based on cooperative learning on students' achievement in mathematics class*". *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46: 3431 – 3434.
- Zakaria E., Chin L.C. and Daud M.Y., (2010) The Effects of Cooperative Learning on Students' Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics". *Social Sciences*. 6, 2: 272-275.
- Guilford, J.P. (1956). *Structure of Intellect Psychological*. New York: McGraw-Hill Book Co.,
_____. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- July, R.A. (2001). *Thinking in three dimensions: Exploring students' geometry thinking and spatial ability with Goometer's Sketchpad*. [Abstract]. Dissertation Abstracts International. Retrieved June 12, 2004, from ProQuest Digital Dissertation: DAI- A 62/06.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Holubec, E.J. (1994). *The nuts and bolts of cooperative learning*. Edina, Minnesota: Interaction Book Company.
- Lavasani, M.G. and Khandan, F. (2011). "The effect of cooperative learning on mathematics anxiety and help seeking behavior". *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 271–276.
- Slavin, R.E. (1995). *Cooperative learning*. (2nd ed.) London: Allyn and Bacon.
- Thurstone, L.L. (1964). *Attitude Theory and Measurement*. New York: John Wiley and Sons.
- Torrance, E.P. and Myers, R.E. (1962). *Creative Learning and Teaching*. New York: Good, Mead and Company.
- Tran, V.D. (2013). Effects of Student Teams Achievement Division (STAD) on Academic Achievement, and Attitudes of Grade 9th Secondary School Students towards Mathematics". *International Journal of Sciences*, 2, 5-15.
- Wallach, M.A. and Nathan, K. (1965). *Model of Thinking in Young Children*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล นางสาวนิภาพรณัฐ สิงห์คำ

วัน เดือน ปีเกิด 5 กุมภาพันธ์ 2529

ที่อยู่ปัจจุบัน 199 หมู่ 14 ตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม
อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่
พ.ศ. 2552 ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงาน พ.ศ. 2552 – 2553 ครูอัตราจ้าง โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม
อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่
พ.ศ. 2553 – 2556 พนักงานราชการ โรงเรียนอรุโณทัยวิทยาคม
อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34
พ.ศ. 2556 – 2558 ข้าราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย
โรงเรียนอรุโณทัยวิทยาคม อำเภอเชียงดาว
จังหวัดเชียงใหม่
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34
พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน ข้าราชการครู ตำแหน่ง ครู ค.ศ. 1
โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว
จังหวัดเชียงใหม่
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34



ภาคผนวก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยและ
ดำเนินการหนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. นายประเสริฐ ปัญญาธิ ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่
2. นางสาวสมพร แสงทอง ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนแม่แตง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
3. นางกฤตพร แก้วตา ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเวียงแหงวิทยาคม อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่

ภาคผนวก ข

หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

ที่ ศธ ๐๕๓๓๑๓/ ๓๐๙



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเชียงดาววิทยาคม

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในระหว่างวันที่ ๑-๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๐ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลนุช พูลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

หนังสือขออนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์



ที่ ศธ ๐๕๓๓.๑๓/ว.๒๐๓/

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นายประเสริฐ ปัญญาธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วิระศักดิ์ ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลนุช พูลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙



ที่ ศธ ๐๕๓๓.๑๓/ว.๒๐๓/

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง

จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๓/ พฤษภาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวสมพร แสงทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙



ที่ ศธ ๐๕๓๓.๑๓/ว.๒๐๓

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง

จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๓ พฤษภาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวกฤตพร แก้วตา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ **นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ** นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วิระศักดิ์ ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

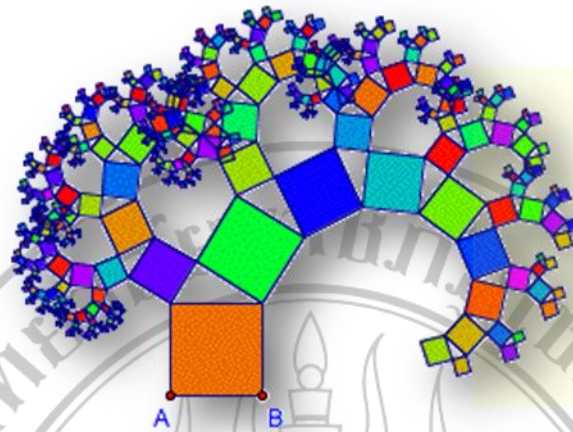
ภาคผนวก ค

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ตัวอย่างชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้
แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชุดการแปลงทางเรขาคณิต
เล่มที่ 1 เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยโปรแกรม GSP



โดย

นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

คำแนะนำการใช้สำหรับครู

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต
2. ครูต้องศึกษาหลักสูตร เนื้อหาวิชา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อเอกสารประกอบการเรียนการสอนนี้ให้เข้าใจก่อนทำการสอนและต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
3. ครูต้องจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบสื่อนี้อย่างต่อเนื่อง
4. ครูจัดการเรียนรู้ตามลำดับ ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง การแปลงเรขาคณิตฟโดยโปรแกรม GSP ก่อนทำการจัดการเรียนรู้
 - ขั้นที่ 2 ครูชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจ
 - ขั้นที่ 3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และชี้แจงกรอบความรู้ตามกรอบความคิด
 - ขั้นที่ 4 นักเรียนศึกษาใบความรู้รายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม
 - ขั้นที่ 5 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะหลังศึกษาใบความรู้
 - ขั้นที่ 6 นักเรียนทำแบบกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง พื้นฐานการแปลงเรขาคณิตโดยโปรแกรม GSP
 - ขั้นที่ 7 ครูตรวจแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบของนักเรียน
 - ขั้นที่ 8 ระหว่างครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สังเกตพฤติกรรมทักษะการเรียนรู้ และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน
 - ขั้นที่ 9 สอนครบทั้ง 5 เรื่องให้นักเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
5. ขณะนักเรียนศึกษาใบความรู้และทำกิจกรรมครูต้องคอยชี้แนะ กำกับดูแลอย่างใกล้ชิด
6. ควรให้กำลังใจเสริมแรงแก่นักเรียนอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม
7. เมื่อตรวจแบบฝึกทักษะ และตรวจแบบทดสอบให้ครูแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบ เพื่อให้นักเรียนจะได้ประเมินตัวเองและสร้างความภูมิใจในการเรียนรู้



ทำตาม 7 ข้อนะ

คำแนะนำการใช้สำหรับนักเรียน



เพื่อให้การใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ของครู และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จึงให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับ ดังนี้

1. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ด้วยความตั้งใจและทำด้วยตนเองให้เสร็จทันในเวลาที่กำหนด
2. ใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้จากครูและอ่านคู่มือการใช้สำหรับนักเรียนให้เข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
3. ตั้งใจศึกษาใบความรู้ตามเวลาที่กำหนด
4. ตั้งใจทำแบบฝึกทักษะหลังศึกษาใบความรู้โดยอ่านคำอธิบายการทำแบบฝึกทักษะให้เข้าใจ ก่อนลงมือทำแบบฝึกทักษะและกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ
5. นักเรียนต้องมีส่วนร่วมและสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเรื่องทุกกิจกรรม และไม่ปฏิบัติตนเองก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้อื่นขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้
6. ระหว่างศึกษาใบความรู้หากสงสัย ไม่เข้าใจให้ถามครูหรือเพื่อนจนเข้าใจ
7. นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ

อ่านให้เข้าใจนะ



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่ม 1
เรื่องพื้นฐานการแปลงเรขาคณิตโดยโปรแกรม GSP

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้ ความเข้าใจการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
2. บอกความหมายของการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
3. ใช้งานคอมพิวเตอร์ โปรแกรม GSP เมนูคำสั่งต่างๆ ได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
2. ให้เหตุผลการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
3. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลงานสร้างภาพการ์ตูนที่ชอบจากรูปเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้
4. มีความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพการ์ตูนที่ชอบจากรูปเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้

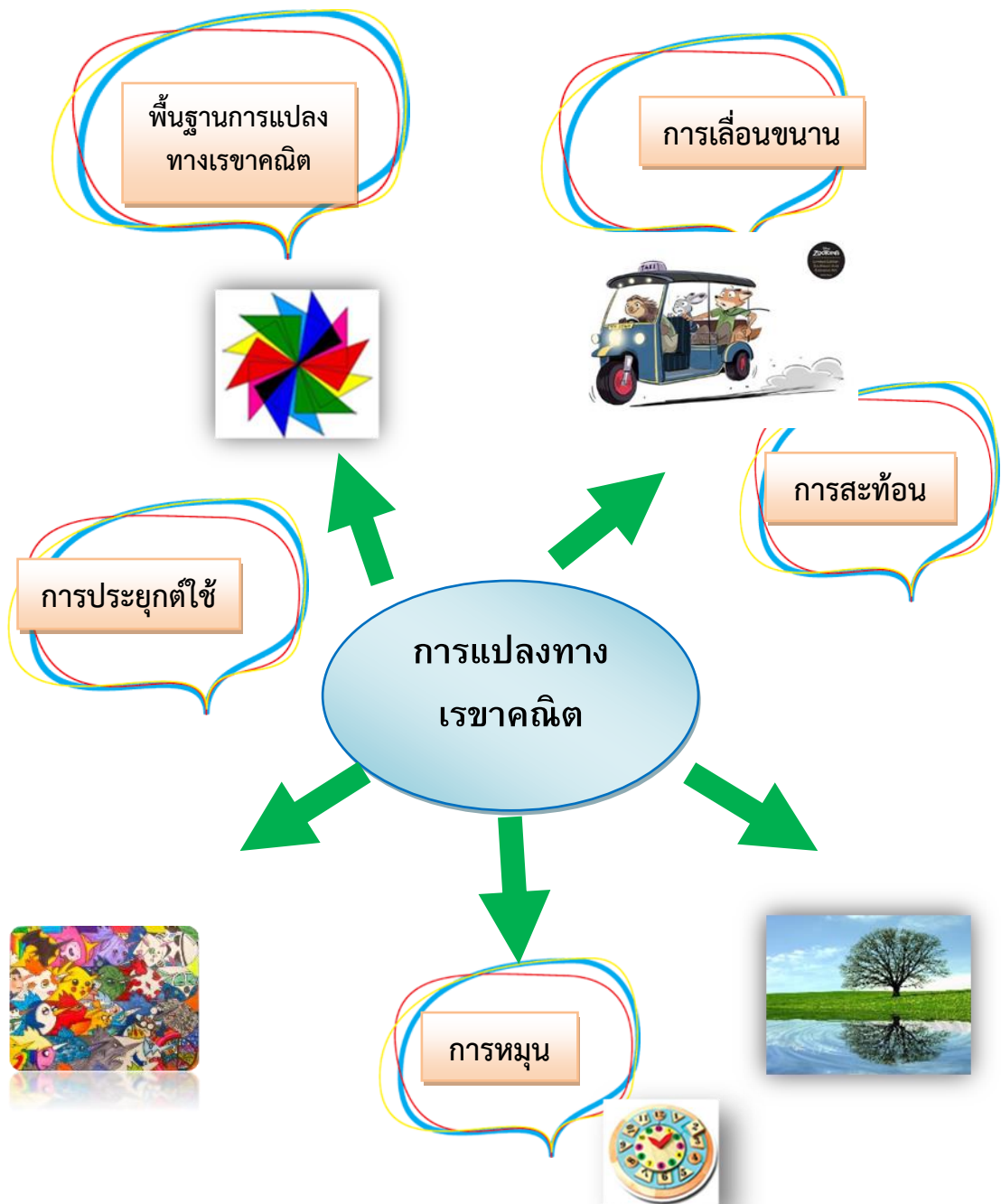
ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ

ต้องทำได้ นะคะ



กรอบความคิด เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ความคิดรวบยอด สารการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้

ความคิดรวบยอด



การแปลงทางเรขาคณิต หมายถึง การจับคู่ระหว่างจุดที่สมนัยกันบนระนาบแบบหนึ่งต่อหนึ่งอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นจุดบนรูปต้นแบบกับภาพที่ได้จากการแปลง ได้แก่ การสะท้อน (reflection) การหมุน (rotation) และการเลื่อนขนาน (translation)

สารการเรียนรู้



การแปลงทางเรขาคณิต

ผลการเรียนรู้



1. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลง (transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน(translation) การสะท้อน (reflection) การหมุน (rotation)
2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพได้
4. มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน



แบบฝึกทักษะที่ 1



คำสั่ง ให้นักเรียนดูรูปภาพจากรูปที่กำหนดว่าเกิดจากการแปลงแบบใด (ข้อละ 1 คะแนน)



ตอบ.....



ตอบ.....



ตอบ.....



ตอบ.....



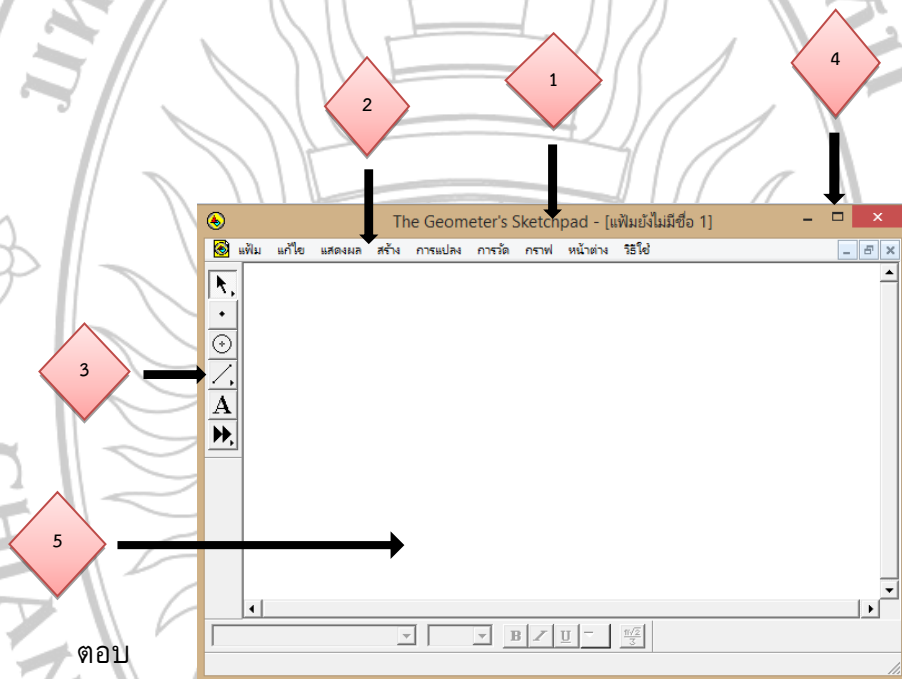
ตอบ.....

แบบฝึกทักษะที่ 2



คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ GSP:The Geometer' s Sketchpad มาใช้งาน (ข้อละ 5 คะแนน)



ตอบ

อ่านโจทย์ให้ดีและตั้งใจทำนะครับ



แบบฝึกทักษะที่ 3



คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจภาระงานต่อไปนี้

ภาระงาน “ การ์ตูนที่ชอบ ”

ผลการเรียนรู้ ใช้กระบวนการเรียนรู้สร้างภาพต่าง ๆ ได้
ผลงานที่ต้องการ ภาพการ์ตูนที่มีภาพที่เกิดขึ้นจากการแปลงทางเรขาคณิต
ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาลักษณะ ความหมายของการแปลงทางเรขาคณิตแบบต่าง ๆ
2. วาดภาพตัวการ์ตูนที่ชอบ
3. แสดงภาพการ์ตูนอีกรูปหนึ่งโดยใช้การแปลง
4. ระบายสีให้สวยงาม
5. แลกเปลี่ยนผลงานกับเพื่อนเพื่อนำข้อคิดเห็นมาปรับปรุงแก้ไข
6. คัดเลือกรูปที่สวยงามและน่าสนใจติดป้ายนิเทศและนำเสนอให้เพื่อน

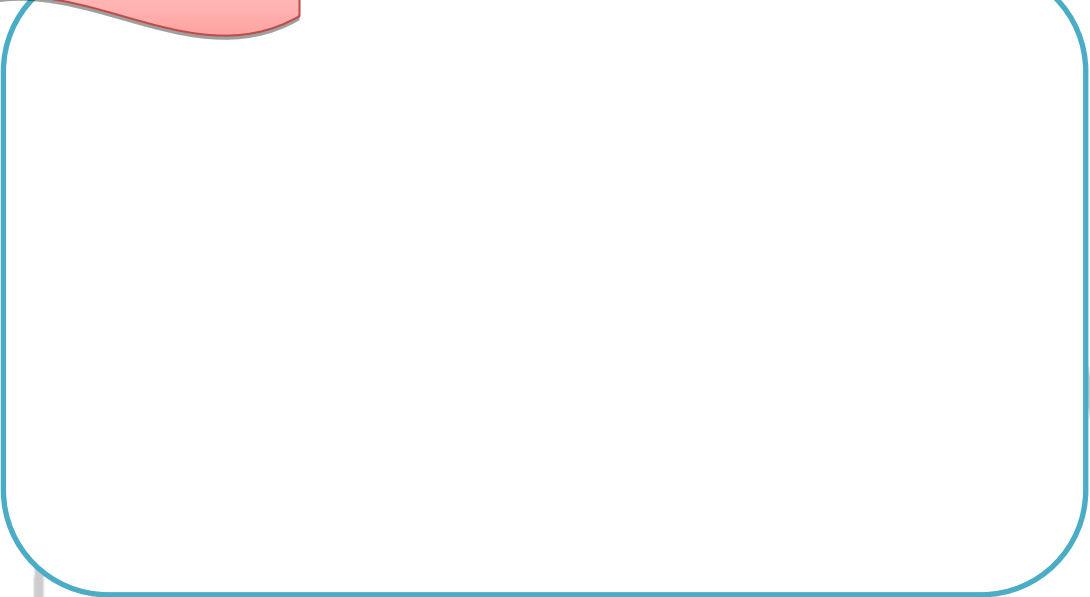
- เกณฑ์การประเมิน**
1. ความสวยงาม
 2. ความเรียบร้อยและความประณีต
 3. วิธีการสร้างภาพถูกต้อง

อ่านโจทย์ให้ดีและตั้งใจทำนะครับ

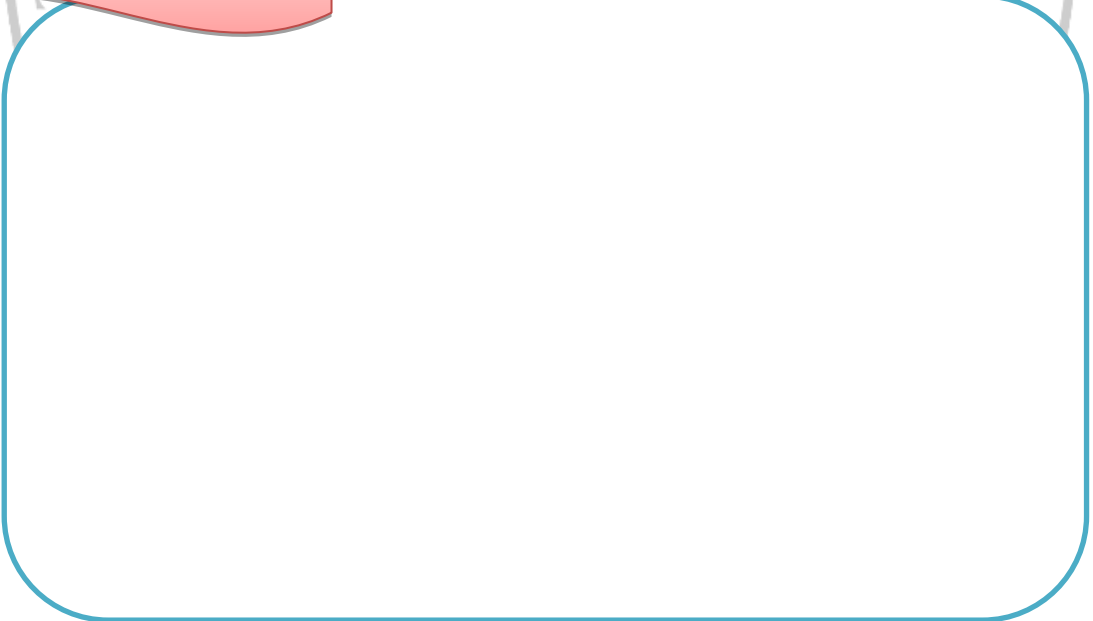


แบบฝึกทักษะที่ 3 (ต่อ)

รูปการ์ตูนที่ชอบ



การ์ตูนที่ชอบเกิดจากการแปลง



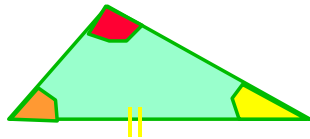
แบบทดสอบความเข้าใจ



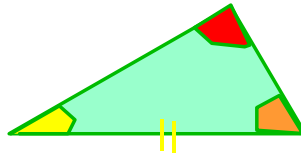
คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- การแปลงทางเรขาคณิตมีกี่รูปแบบ อะไรบ้าง
 - 1 แบบ การเลื่อนขนาน
 - 2 แบบ การเลื่อนขนาน การสะท้อน
 - 3 แบบ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน
 - 4 แบบ การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การดิ่ง

- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้วิธีการแปลงข้อใด



- การหมุน
- การสะท้อน



- การเลื่อนขนาน
- การย่อขยาย

- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้วิธีการแปลงข้อใด



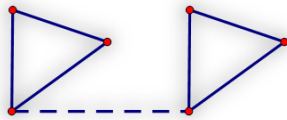
- การหมุน
- การเลื่อนขนาน
- การสะท้อน
- การย่อขยาย

4. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้วิธีการแปลงข้อใด



- | | |
|--------------|------------------|
| ก. การหมุน | ข. การเลื่อนขนาน |
| ค. การสะท้อน | ง. การย่อขยาย |

5. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้วิธีการแปลงข้อใด



- | | |
|--------------|------------------|
| ก. การหมุน | ข. การเลื่อนขนาน |
| ค. การสะท้อน | ง. การย่อขยาย |

6. ข้อใดจัดเป็นการเลื่อนขนาน

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ก. ชิงช้าสวรรค์ | ข. เข็มนาฬิกา |
| ค. รถไฟที่แล่นตรงไป | ง. เงามของต้นไม้ในลำธาร |

7. ข้อใดจัดเป็นการสะท้อน

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ก. ชิงช้าสวรรค์ | ข. เข็มนาฬิกา |
| ค. รถไฟที่แล่นตรงไป | ง. เงามของต้นไม้ในลำธาร |

8. ข้อใดไม่ใช่การหมุน

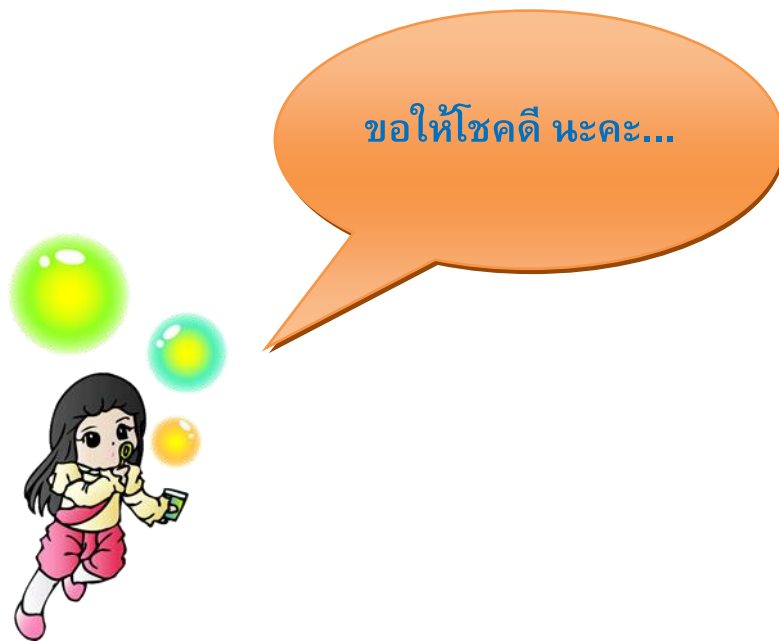
- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| ก. ลูกบอลกำลังกลิ้งไป | ข. ใบพัดของพัดลมกำลังทำงาน |
| ข. ยกเก้าอี้ขึ้นวางบนโต๊ะ | ง. การเปิดหน้าต่าง |

9. การแปลงทางเรขาคณิตเกิดจากรูปภาพลักษณะไหน

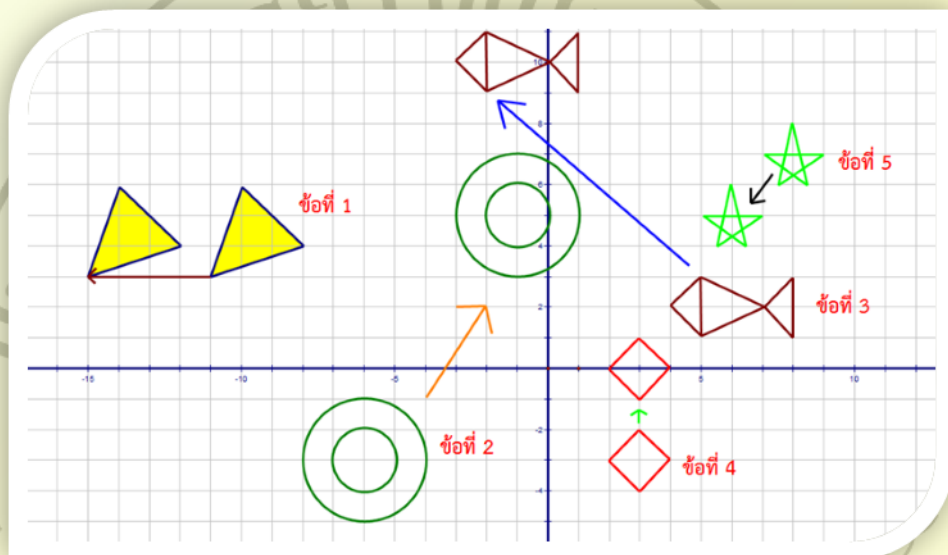
- ก. รูปต้นแบบ
- ข. รูปการแปลง
- ค. รูปการซ้อน
- ง. รูปภาพ

10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการแปลง

- ก. มุมทุกมุมของรูปต้นแบบกับมุมทุกมุมของรูปที่เกิดจากการแปลงซึ่งสมนัยกันจะเท่ากันเสมอ
- ข. อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปต้นแบบกับความยาวของด้านของรูปที่เกิดจากการแปลงซึ่งสมนัยกันจะเท่ากันเสมอ
- ค. รูปต้นแบบกับรูปที่แปลงแล้วจะต้องไม่เท่ากันทุกประการ
- ง. ระยะระหว่างจุดสองจุดของรูปเรขาคณิตต้นแบบกับรูปที่เกิดจากการแปลงที่สมนัยกันอาจไม่เท่ากัน



ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชุดการแปลงทางเรขาคณิต
เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาน



นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ
ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาน

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

4. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลื่อนขนานได้
5. มีทักษะในการออกแบบตกแต่งโดยใช้ความรู้ในเรื่องการเลื่อนขนาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานได้

ด้านทักษะกระบวนการนักเรียนสามารถ

5. แก้ปัญหาการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
6. ให้เหตุผลการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
7. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลงานสร้างภาพ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้
8. มีความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

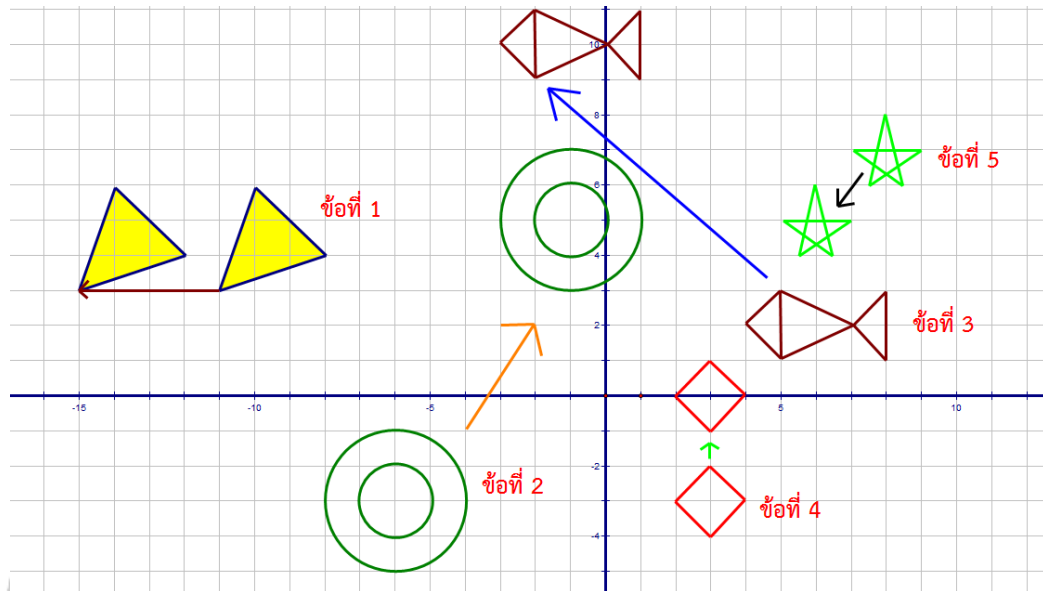
4. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ
5. มีระเบียบวินัย
6. มีความรับผิดชอบ



ต้องทำได้ นะ

แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง การเลื่อนขนาน

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้



จากรูปที่กำหนดให้ จงพิจารณาว่าเป็นการเลื่อนขนานไปทางด้านใดกี่หน่วยพร้อมเขียนสัญลักษณ์

1. ตอบ.....

2. ตอบ.....

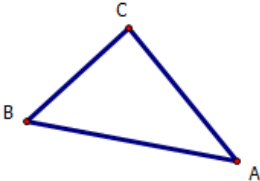
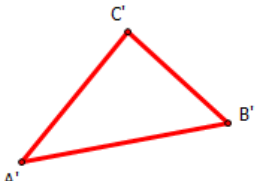
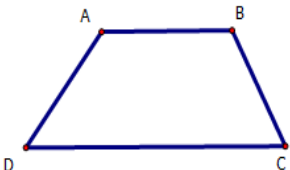
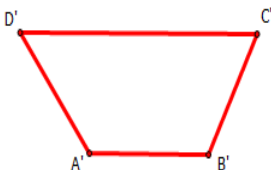
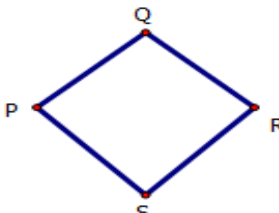
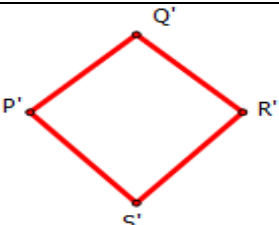
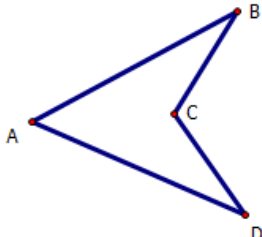
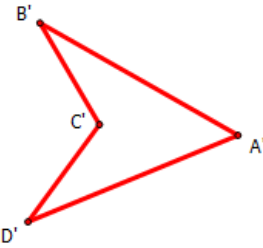
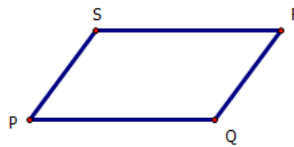
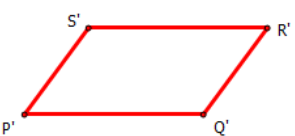
3. ตอบ.....

4. ตอบ.....

5. ตอบ.....

แบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่อง ภาพจากการเลื่อนขนาน

จงพิจารณาว่ารูป ข เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูป ก หรือไม่ จงอธิบาย

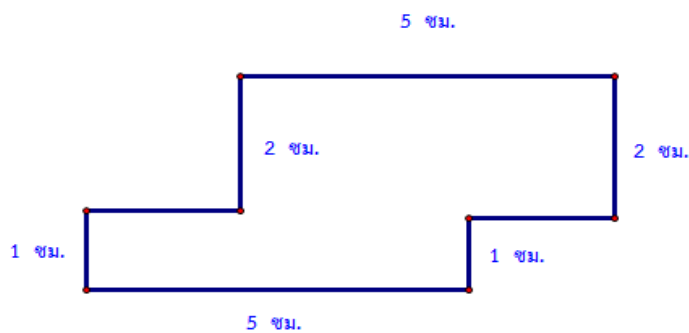
ข้อที่	รูปภาพที่กำหนด		คำตอบ
	รูป ก	รูป ข	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

แบบฝึกทักษะที่ 3 การประยุกต์ใช้



คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำต่อไปนี้ (ข้อละ 10 คะแนน)

5. จงใช้การเลื่อนขนานหาพื้นที่โดยประมาณของรูปที่กำหนดให้



6. จงสร้างรูปต้นแบบบนกระดาษแข็งตามที่นักเรียนต้องการ แล้วนำรูปนั้นไปทำเป็น
ลวดลายปะติดลงในกระดาษ A4 โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการเลื่อนขนาน
ตัวอย่าง



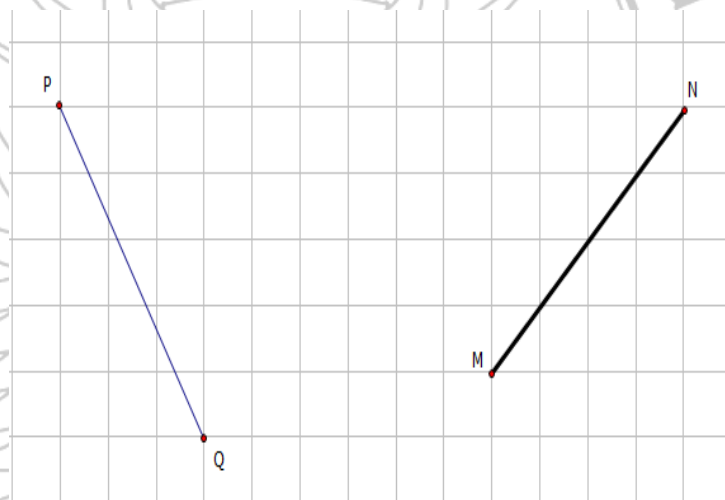
แบบฝึกทักษะที่ 4



คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วนำไปทำโดยใช้โปรแกรม GSP

(ข้อละ 5 คะแนน)

- กำหนดให้ $\overline{PQ}$ และ $\overline{MN}$ จงเขียน $\overline{P'Q'}$ ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนาน $\overline{PQ}$ ด้วย $\overline{MN}$



- จากการที่นักเรียนได้สร้างและออกแบบรูปในข้อที่ 2 ตามแบบฝึกทักษะที่ 3 ให้นักเรียนนำรูปออกแบบไปสร้างในโปรแกรม GSP พร้อมกับตกแต่งให้สวยงาม



แบบทดสอบความเข้าใจ



คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

4. ข้อใดคือการแปลงทางเรขาคณิต

- จ. การเลื่อนขนาน
- ฉ. การวาดภาพ
- ช. การคัดลอกภาพ
- ซ. การออกแบบ

5. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดเรียกว่าการเลื่อนขนาน

ก.



ข.



ค.

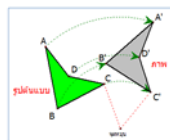


ง.

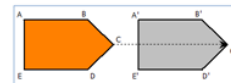


6. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดใช้วิธีการเลื่อนขนาน

ก.



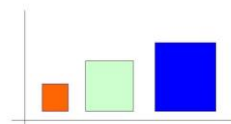
ข.



ค.



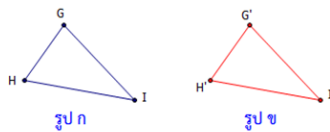
ง.



8. วัตถุใดเป็นการเลื่อนขนาน

- ก. จานดาวเทียม
- ข. กระจก
- ค. พัดลม
- ง. รถยนต์

9. จงพิจารณาว่ารูป ข เป็นภาพที่ได้จากการเลื่อนขนานรูป ก หรือไม่ เพราะเหตุใด



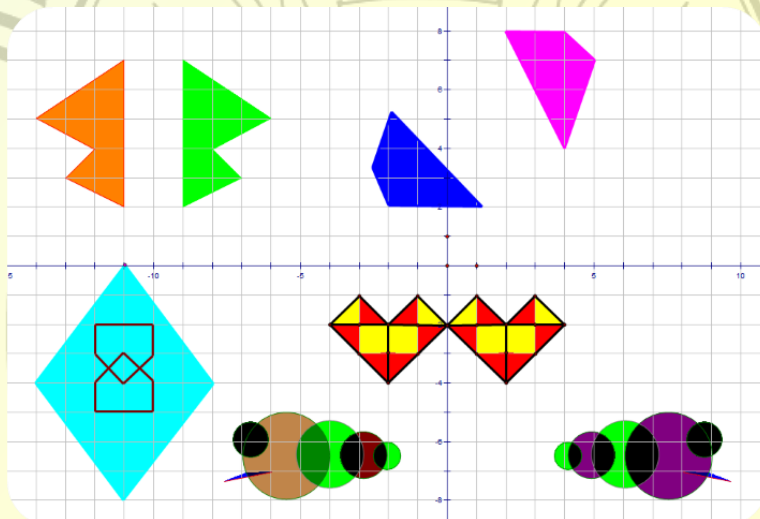
- ก. เป็น เพราะส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดที่สมนัยแต่ละคู่จะขนานกันและยาวเท่ากันทุกเส้น
- ข. เป็น เพราะมองด้วยสายตาแล้วมันเท่ากัน
- ค. ไม่เป็น เพราะส่วนของเส้นตรงบนรูป ก และภาพส่วนของเส้นตรงบนรูป ข ไม่ขนานกัน
- ง. ไม่เป็น เพราะรูปมีขนาดที่ไม่เท่ากัน

10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน

- ก. มุมทุกมุมของรูปต้นแบบกับมุมทุกมุมของรูปที่เกิดจากการแปลงซึ่งสมนัยกันจะเท่ากันเสมอ
- ข. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ อธิบายการเคลื่อนที่ได้สองทิศทาง คือ เลื่อนขนานกับแกน X และเลื่อนขนานกับแกน Y
- ค. รูปต้นแบบกับรูปที่แปลงแล้วจะต้องไม่เท่ากันทุกประการ
- ง. ระยะระหว่างจุดสองจุดของรูปเรขาคณิตต้นแบบกับรูปที่เกิดจากการแปลงที่สมนัยกันอาจไม่เท่ากัน



ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชุดการแปลงทางเรขาคณิต
 เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน



โดย

นางสาวนิภาพรณ สิ้นคำ

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและสมบัติการสะท้อนบนระนาบได้
2. หาภาพที่ได้จากการสะท้อนรูปต้นแบบได้
3. หาเส้นสะท้อนของการสะท้อนเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนได้
4. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสองรูปที่แสดงการแปลงทางเรขาคณิตให้

สามารถบอกได้ว่ารูปคู่ใดแสดงการสะท้อน

5. นำความรู้เกี่ยวกับพิกัดของรูปเรขาคณิตที่เกิดจากภาพสะท้อนบนระนาบพิกัดมาแก้ปัญหาได้

6. นำความรู้เกี่ยวกับเรื่องพิกัดของรูปเรขาคณิตที่เกิดจากภาพสะท้อนบนระนาบพิกัดมาสร้างสรรค์งานต่างๆ ได้

7. มีทักษะในการออกแบบตกแต่งโดยใช้ความรู้ในเรื่องการสะท้อนเพื่อสร้างสรรค์ผลงานได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

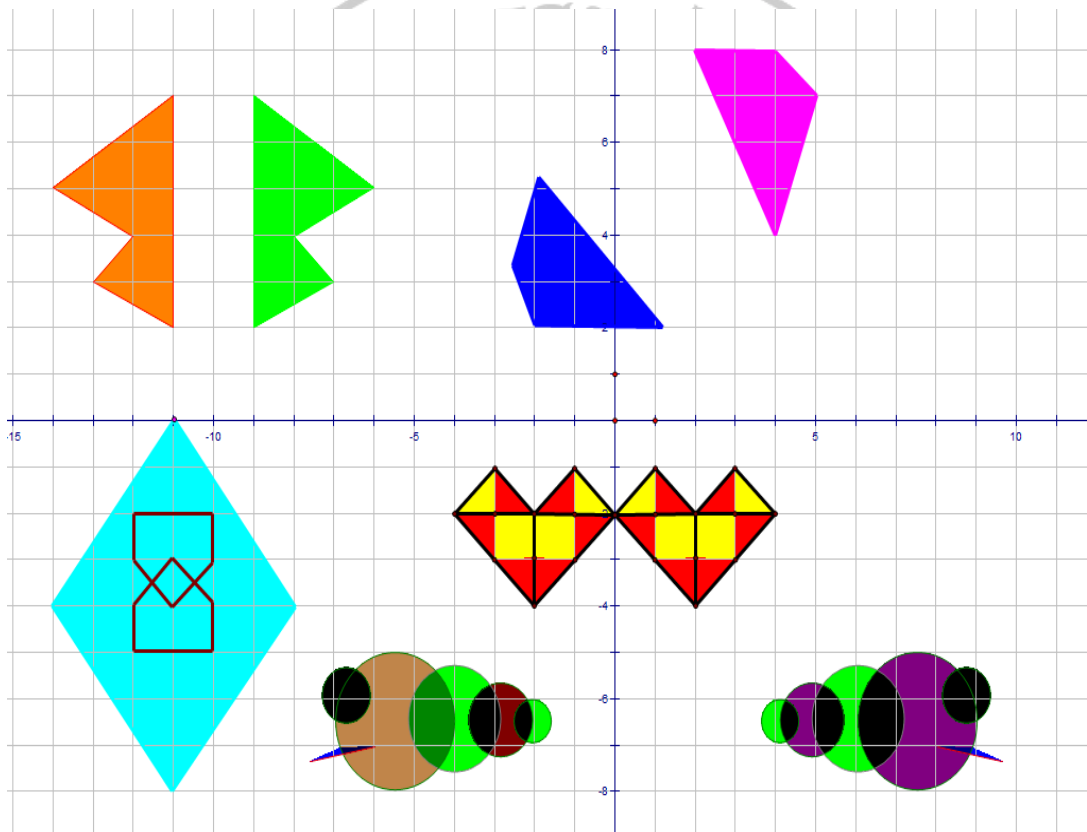
8. ให้เหตุผลการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
9. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลงานสร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้
10. มีความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

11. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ
12. มีระเบียบวินัย
13. มีความรับผิดชอบ

แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง การสะท้อน

คำชี้แจง จงเส้นสะท้อนของการสะท้อนในแต่ละข้อต่อไปนี้

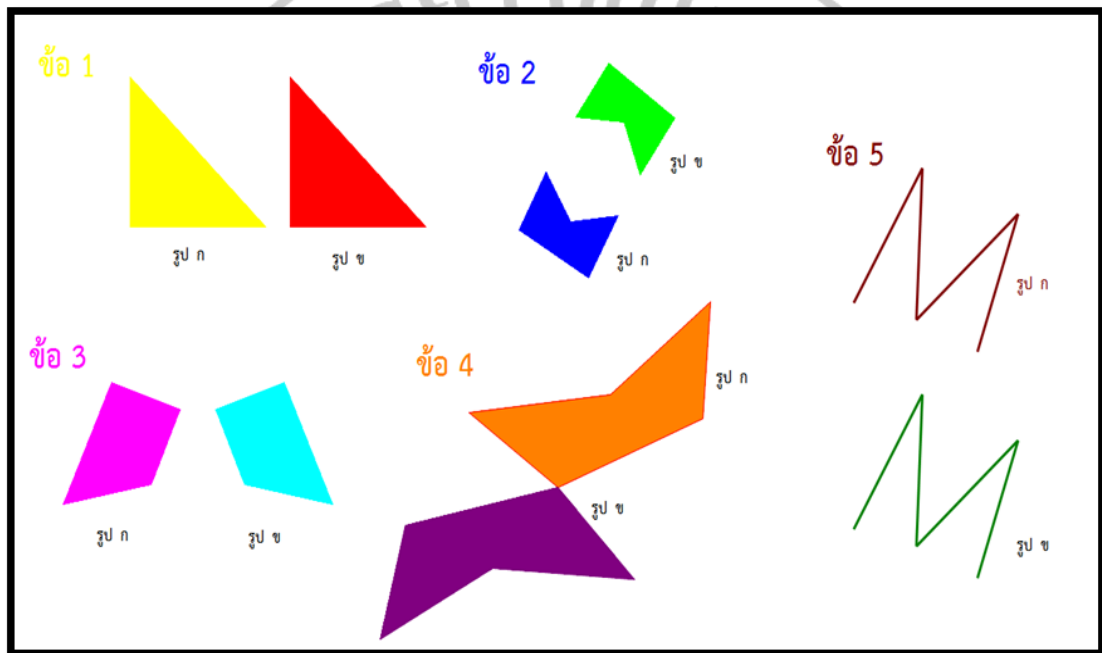


ค.คุณครูใจดี



แบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่อง ภาพจากการสะท้อน

จงพิจารณารูป ข เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนรูป ก หรือไม่ จงอธิบาย



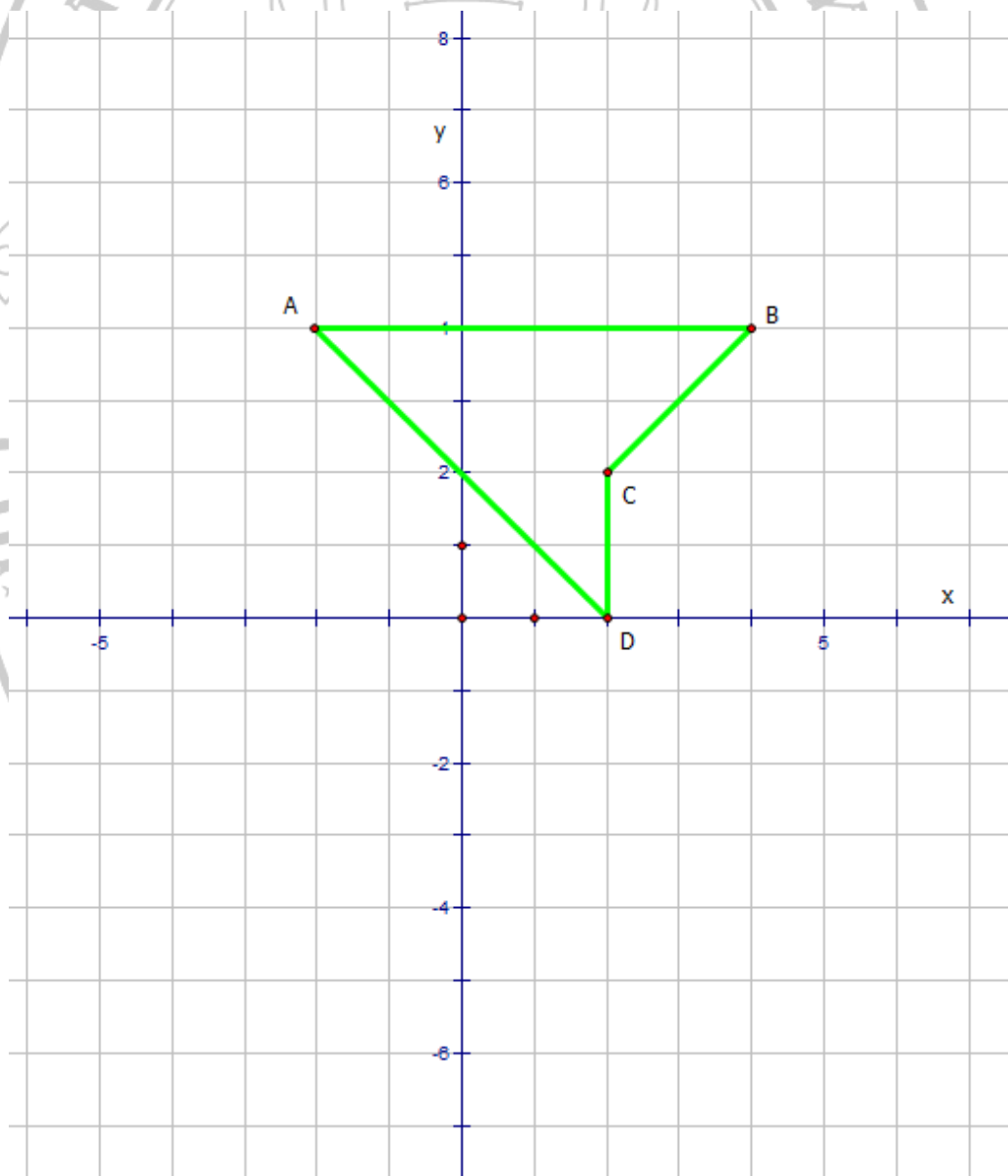
ข้อที่	จากรูปภาพที่กำหนดให้		เหตุผล
	เป็น	ไม่เป็น	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

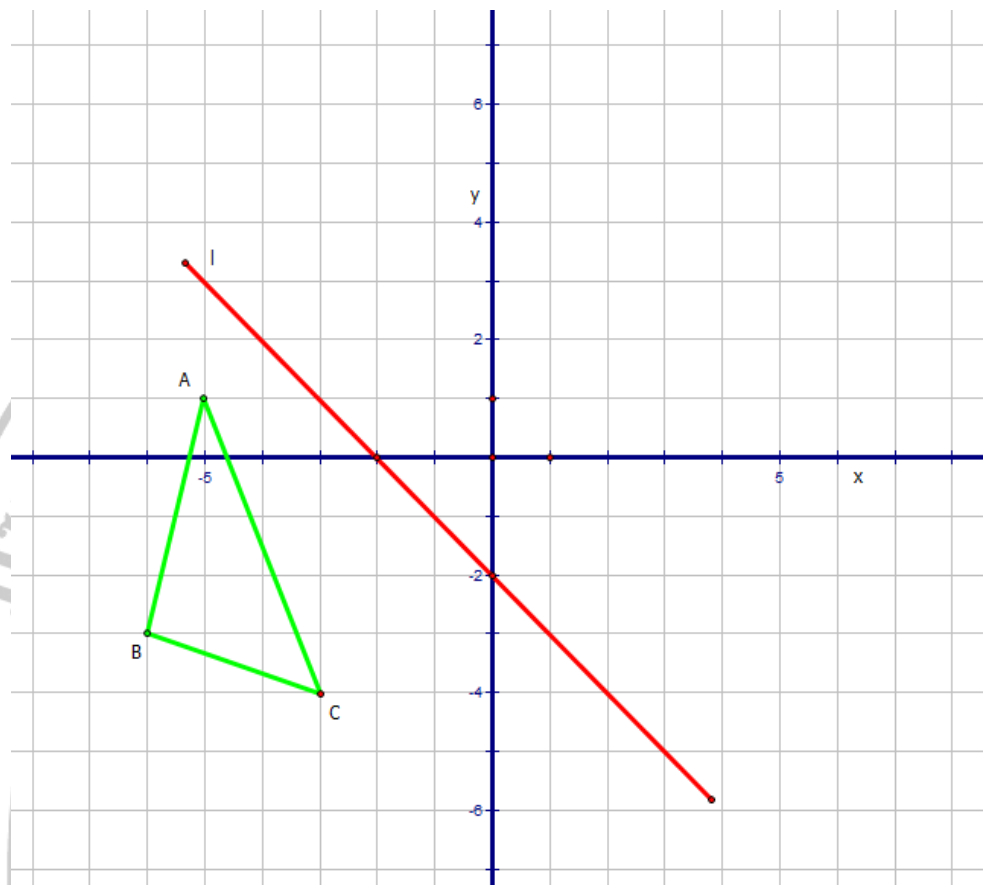
แบบฝึกทักษะที่ 3



คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมแสดงวิธีทำ (ข้อละ 10 คะแนน)

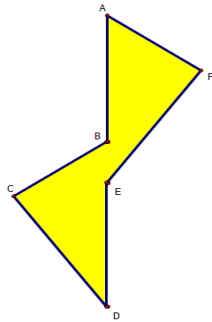
- จงเขียน $\square A'B'C'D'$ ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\square ABCD$ โดยมีแกน X เป็นเส้นสะท้อนและหาพิกัดของจุด A', B', C' และ D'





3.

4.

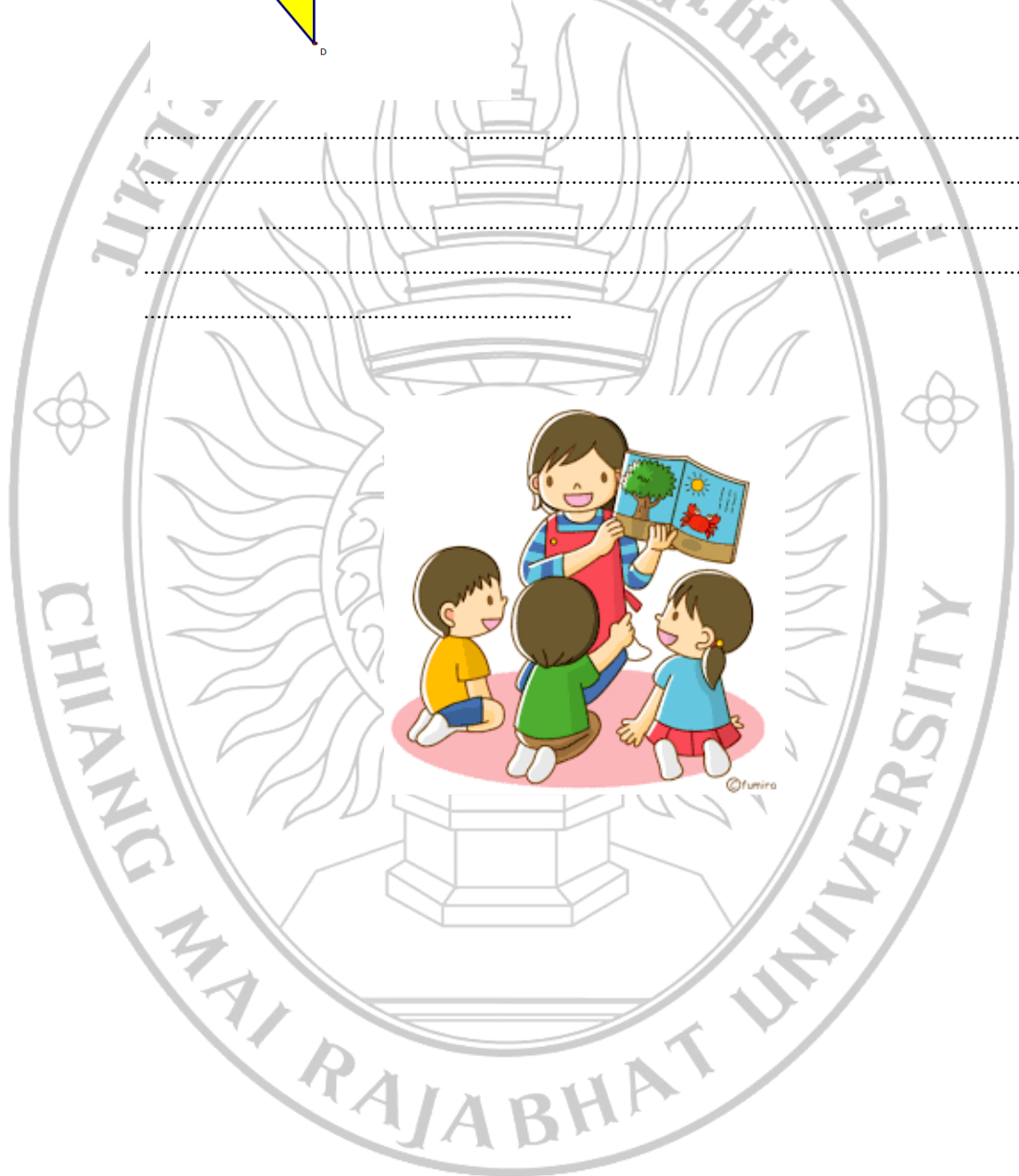


กำหนดรูป ABCDEF มี $AB = DE = 7$ หน่วย

จุด C อยู่ห่างจากจุด E 4 หน่วย และ

จุด B อยู่ห่างจากจุด E 3.5 หน่วย

จงหาพื้นที่โดยประมาณของรูป ABCDEF

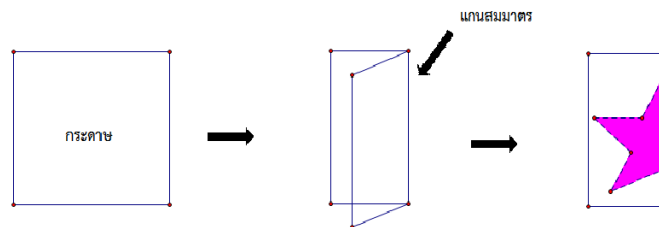


แบบฝึกทักษะที่ 4 ศิลปะกับการสะท้อน



ในการสร้างสรรค์งานทางศิลปะและการออกแบบลวดลาย เรามักใช้ความรู้เกี่ยวกับการสมมาตรและการสะท้อน เช่น จิตรกรรมฝาผนัง แบบลายผ้า ลวดลายกระเบื้อง ลวดลายเหล็กดัด หรือการออกแบบตัดกระดาษ ฯลฯ

1. การออกแบบตัดกระดาษเป็นรูปดาว



เมื่อตัดกระดาษตามรอยเส้นประจะได้กระดาษรูปดาว ดังรูป



- 1) ให้นักเรียนออกแบบตัดกระดาษให้ได้รูปสมมาตรตามใจชอบ 1 แบบ
- 2) ออกแบบตัดกระดาษให้ได้รูปตุ๊กตา 4 ตัวจับมือต่อกัน

2. การออกแบบลายกระเบื้อง

- 1) ให้นักเรียนออกแบบลายกระเบื้องที่จะใช้เป็นรูปต้นแบบ
- 2) ออกแบบลวดลายปูกระเบื้องจากรูปต้นแบบที่ได้ในข้อ 1) โดยใช้โปรแกรม GSP

แบบตรวจสอบความเข้าใจ



คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดคือการแปลงทางเรขาคณิต
 - การวาดภาพ
 - การคัดลอกภาพ
 - การสะท้อน
 - การออกแบบ
- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดเรียกว่าการสะท้อน

ก.



ข.



ค.

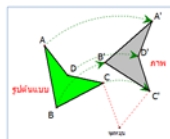


ง.

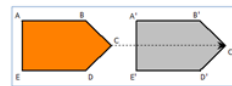


- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดใช้วิธีการสะท้อน

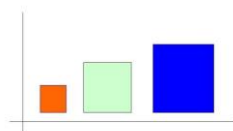
ก.



ข.



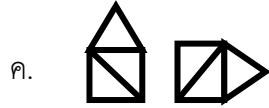
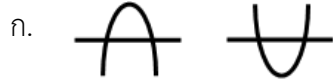
ค.



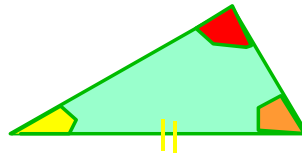
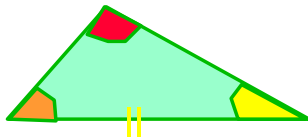
ง.



4. ภาพในข้อใดเกิดจากการสะท้อน



5. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้วิธีการแปลงข้อใด



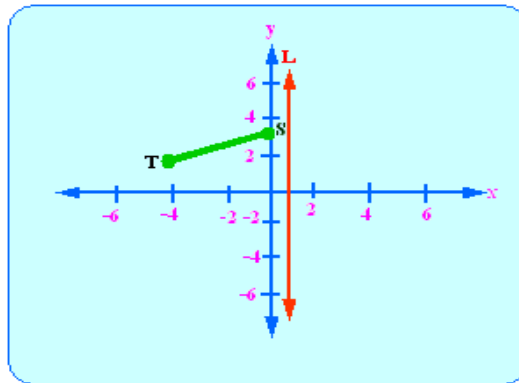
ก. การหมุน

ข. การเลื่อนขนาน

ค. การสะท้อน

ง. การย่อขยาย

6. ข้อใดคือจุด S' และ T' ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสะท้อน $\overline{ST}$ โดยมี L เป็นเส้นสะท้อน



ก. $S'(1, 2)$, $T'(5, 1)$

ข. $S'(0, 2)$, $T'(-4, 1)$

ค. $S'(0, 1)$, $T'(-4, 2)$

ง. $S'(2, 3)$, $T'(6, 2)$

7. กำหนด AB โดยมีแกน X เป็นเส้นสะท้อน จุด A มีพิกัดจุดเป็น $(-3, 4)$

และจุด B มีพิกัดจุดเป็น $(4, 2)$ จงหาพิกัดจุด A' และ B'

ก. $A'(3, 4)$, $B'(-4, -2)$

ข. $A'(3, -4)$, $B'(-4, 2)$

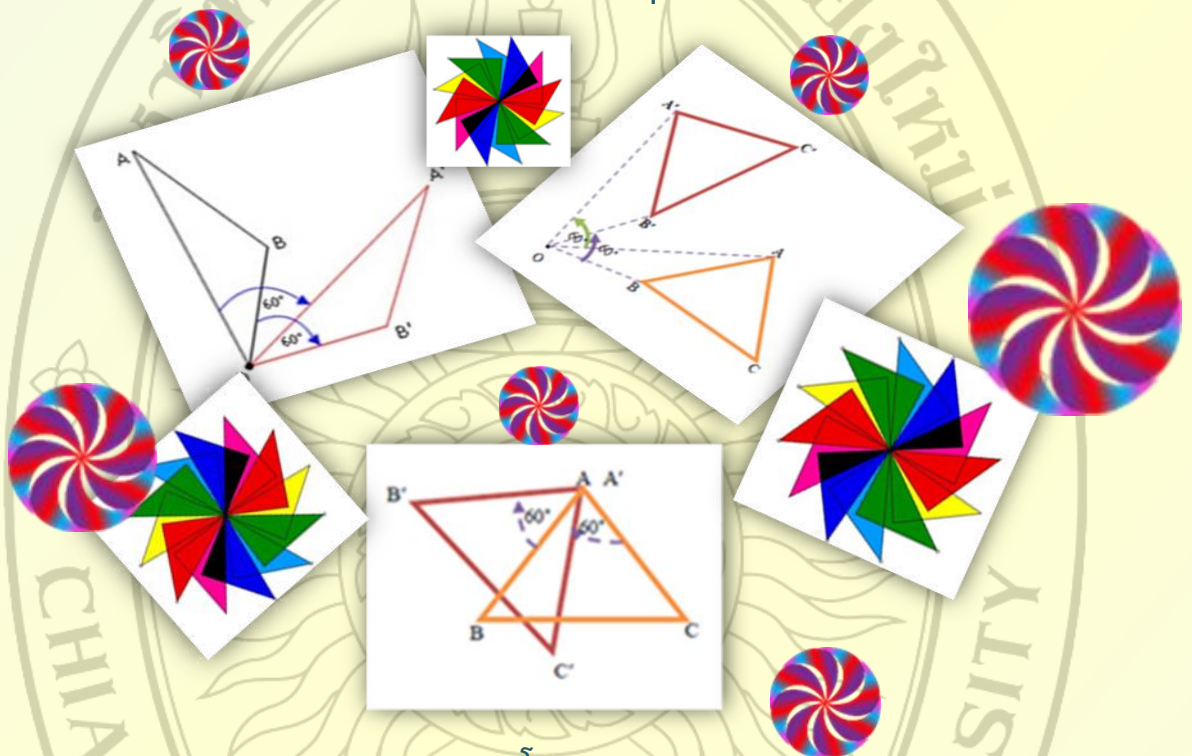
ค. $A'(-3, -4)$, $B'(4, -2)$

ง. $A'(-3, 4)$, $B'(-4, 2)$

8. วัตถุใดเป็นการสะท้อน
- จ. จานดาวเทียม
 - ฉ. เงาคนในแม่น้ำ
 - ช. พัดลม
 - ซ. รถยนต์
9. เมื่อสะท้อนจุด $(6, 9)$ กับแกน X จะได้จุดใด
- ก. $(-6, -9)$
 - ข. $(-6, 9)$
 - ค. $(6, 9)$
 - ง. $(6, -9)$
10. เมื่อสะท้อนจุด $(8, 7)$ กับแกน Y จะได้จุดใด
- ก. $(-8, 7)$
 - ข. $(-8, -7)$
 - ค. $(8, -7)$
 - ง. $(8, 7)$



ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชุดการแปลงทางเรขาคณิต
เล่มที่ 4 เรื่อง การหมุน



โดย

นางสาวนิภาพรรณ สิงห์คำ

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มที่ 4 เรื่อง การหมุน

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหมุนได้
2. มีทักษะในการออกแบบตกแต่งโดยใช้ความรู้ในเรื่องการหมุนเพื่อสร้างสรรค์ผลงานได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
2. ให้เหตุผลการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
3. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลงานสร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้
4. มีความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ

ต้องทำได้ นะคะ...



แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่องการหมุน

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงหาพิกัดของภาพที่ได้จากการหมุนจุดต่อไปนี้บนระนาบรอบจุด $O(0,0)$ ตามเข็มนาฬิกา ด้วยมุมที่มีขนาด 180 องศา

1)

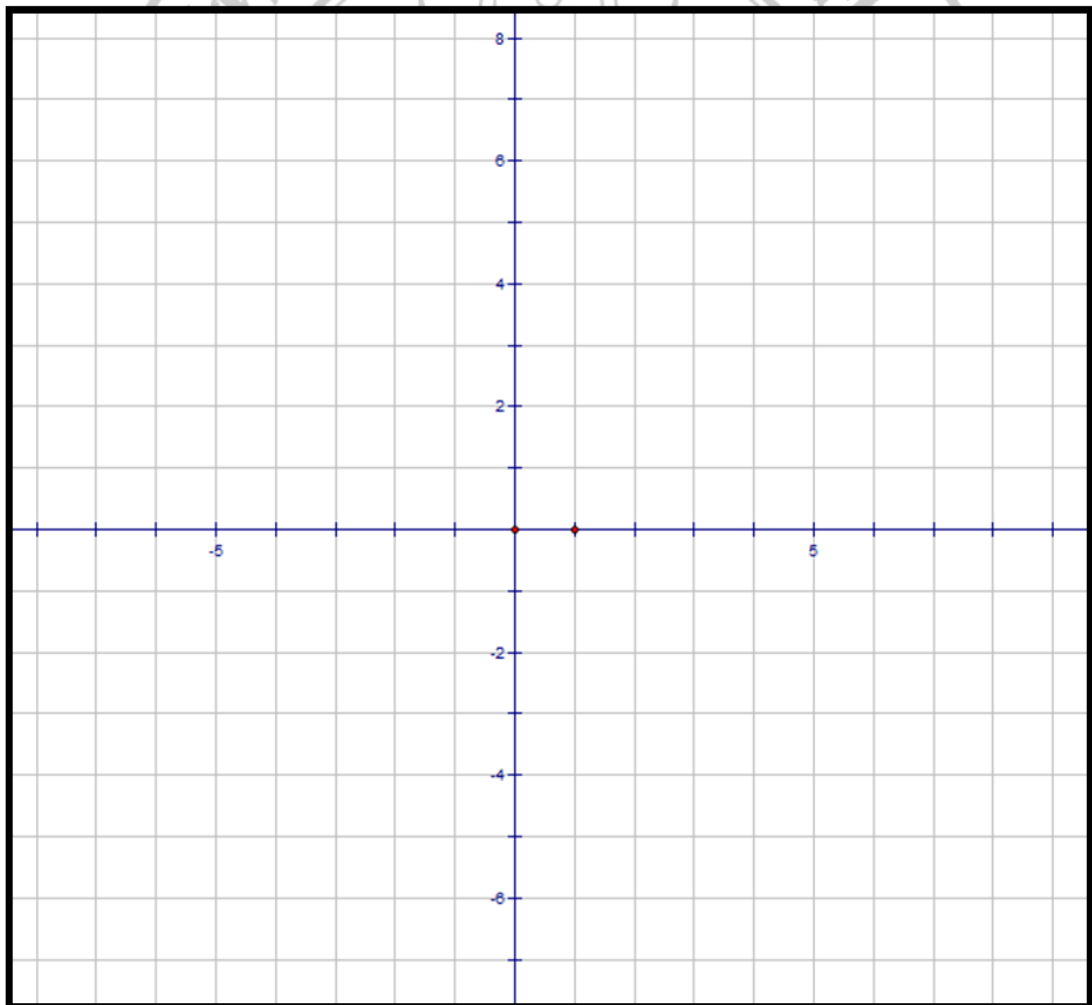
$E(5,5)$

2) $B(-3,-2)$

3) $C(-4,-1)$

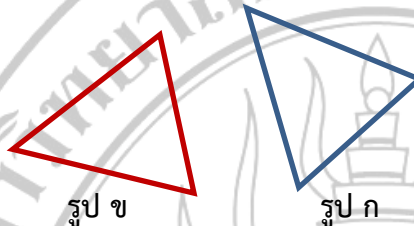
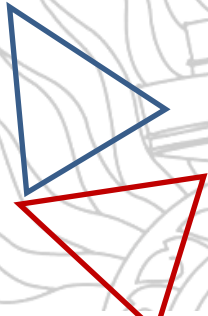
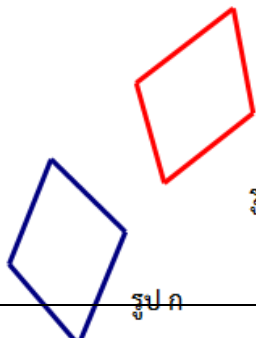
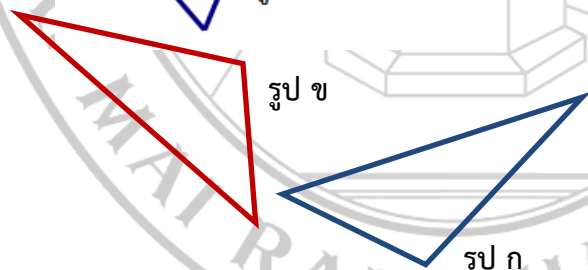
4) $D(4,-3)$

5)



แบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่องภาพจากการหมุน

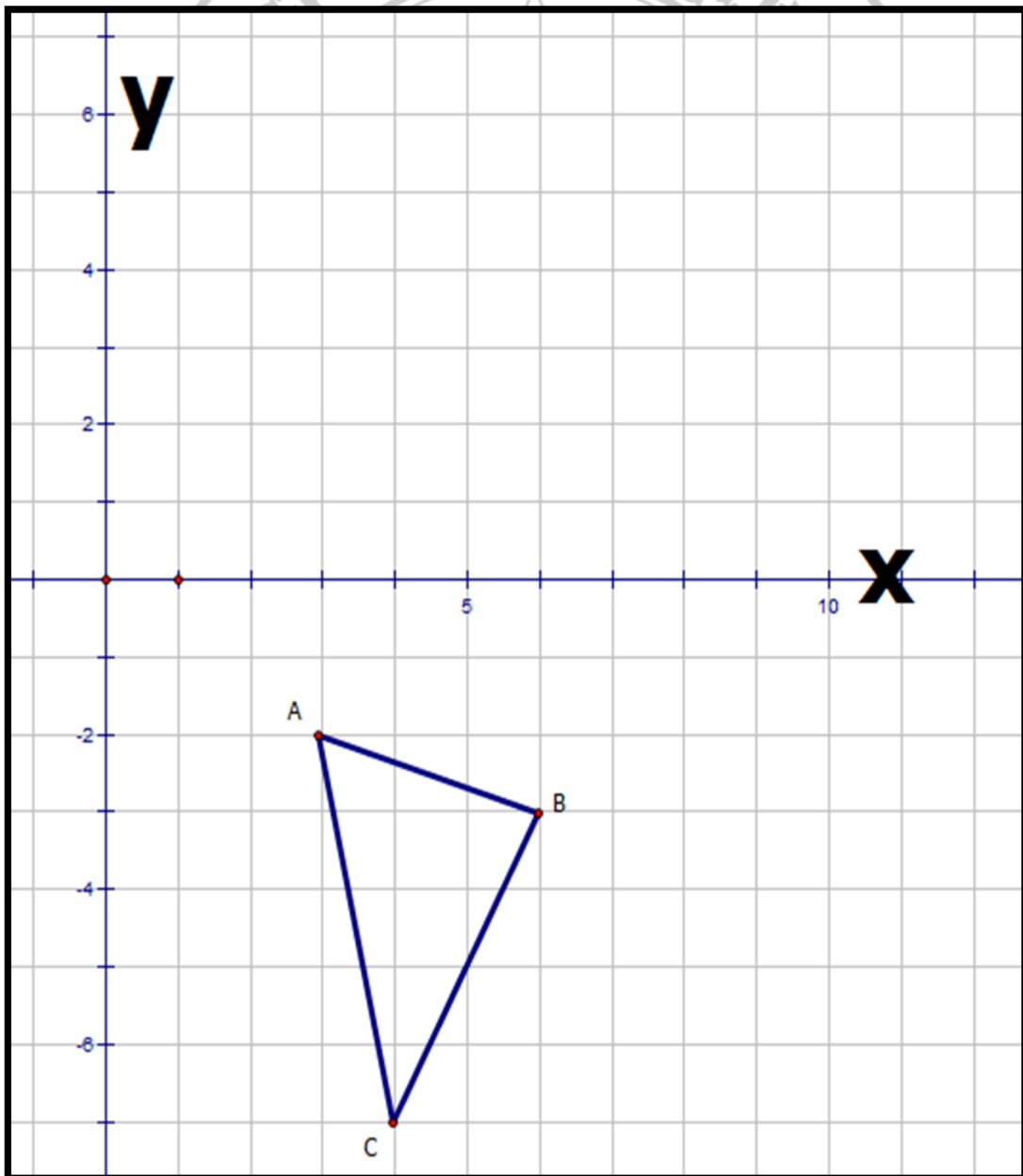
จงหาจุดหมุนที่ทำให้เกิดการหมุนรูปต้นแบบ ก แล้วได้รูป ข ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการหมุน

ข้อที่	รูปภาพที่กำหนดให้	คำตอบ
6.		
7.		
8.		
9.		

แบบฝึกทักษะที่ 3 พิกัดจากการหมุน

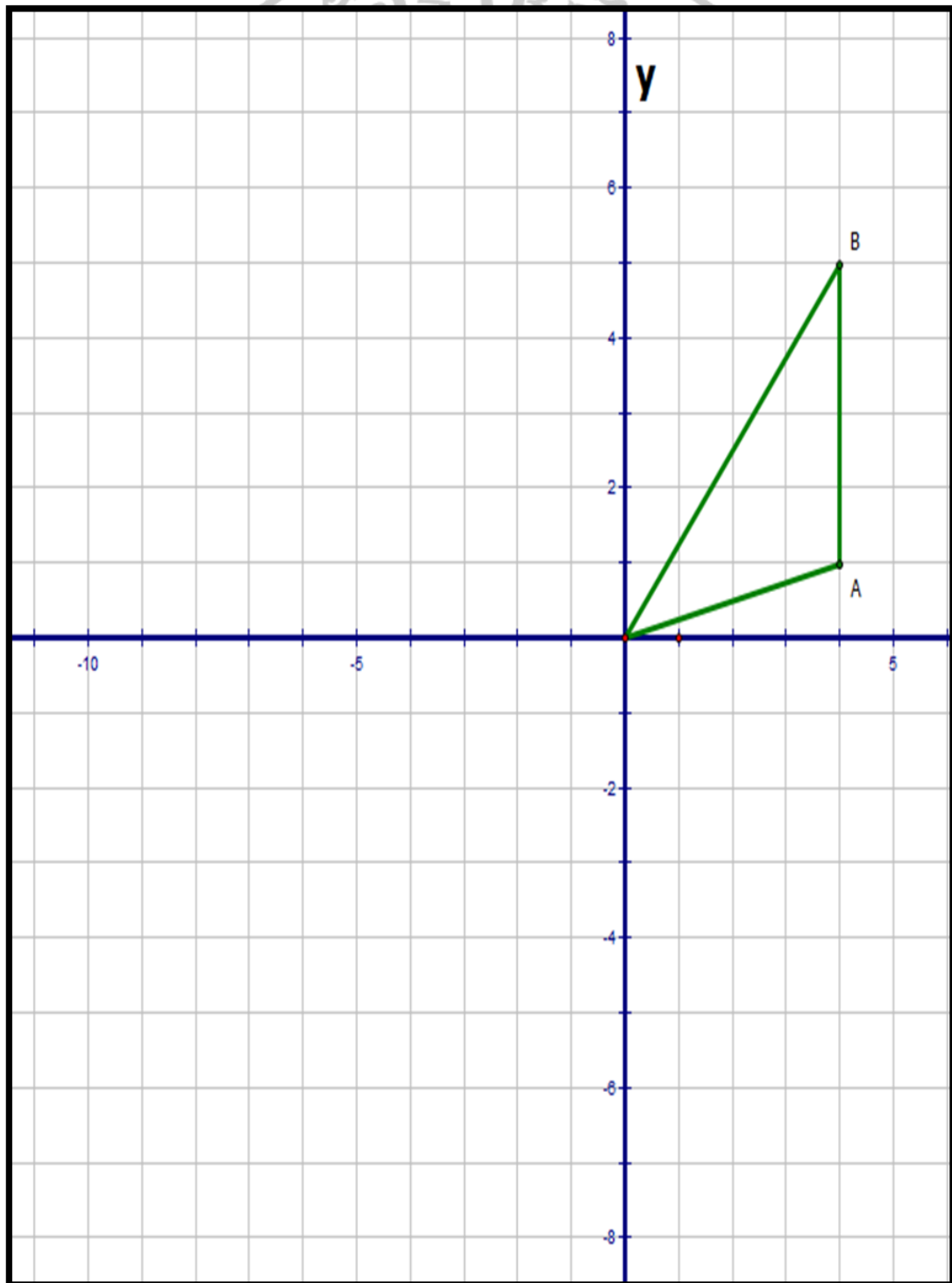


จงหา $\Delta A'B'C'$ ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการหมุน ΔABC รอบจุดกำเนิด O ทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุมที่มีขนาด 90 องศา และหาพิกัดของจุด A', B' และ C'



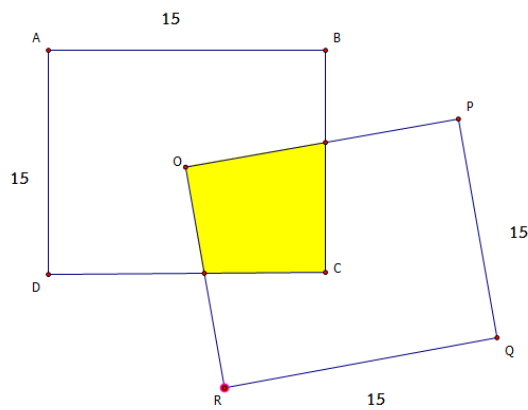


จงหา $\Delta A'B'O'$ ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการหมุน ΔOAB รอบจุดกำเนิด O ด้วยมุมที่มีขนาด 270° องศา ตามเข็มนาฬิกา และหาพิกัดของจุด A' และ B'



แบบฝึกทักษะที่ 4

1. $\square ABCD$ และ $\square OPQR$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีด้านยาว 15 เซนติเมตร จุด O เป็นจุดตัดของเส้นทแยงมุมของ $\square ABCD$ จงหาพื้นที่โดยประมาณของส่วนที่แรเงา



แบบฝึกทักษะที่ 5 ศิลปะกับการหมูน

ในการออกแบบงานบางอย่างได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหมูน เช่น การออกแบบตราประจำสินค้าหรือตราประจำหน่วยงานที่เรียกว่า โลโก้ (Logo) การออกแบบลายปักผ้า ลวดลายผ้าหรือลวดลายกระเบื้อง

ตัวอย่างโลโก้



ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ อาจใช้สื่อตกแต่งภาพตามใจชอบ

- 1.1. ออกแบบโลโก้โดยใช้การหมูน 1 แบบลงในกระดาษ A4
- 1.2. นำโลโก้ที่ออกแบบลงในกระดาษ A4 ไปสร้างในโปรแกรม GSP อย่างสวยงามตามแบบที่กำหนด

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ



คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

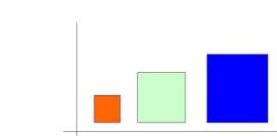
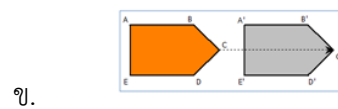
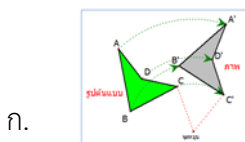
1. ข้อใดคือการแปลงทางเรขาคณิต

- ก. การหมุน
- ข. การวาดภาพ
- ค. การคัดลอกภาพ
- ง. การออกแบบ

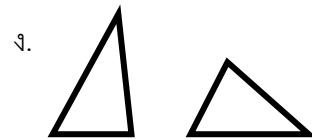
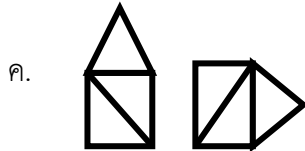
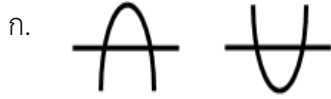
2. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดเรียกว่าการหมุน



3. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดใช้วิธีการหมุน



4. ภาพในข้อใดเกิดจากการหมุน



5. วัตถุใดเป็นการหมุน

ก. จานดาวเทียม

ข. กระบอก

ค. พัดลม

ง. รถยนต์

6. การหมุนรอบจุด O ด้วยมุม 60 องศา มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. การหมุนจุดทุกจุดบนรูปต้นแบบรอบจุด O ตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 60 องศา

ข. การหมุนจุดทุกจุดบนรูปต้นแบบรอบจุด O ทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม 60 องศา

ค. การหมุนจุดทุกจุดบนรูปต้นแบบรอบจุด O ตามหรือทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม 60 องศา

ง. การหมุนจุดทุกจุดบนรูปต้นแบบรอบจุด O ครั้งละ 60 องศา จนกระทั่งรูปนั้นวนกลับมาซ้อนทับรูปเดิมสนิทพอดี

7. เมื่อหมุนจุด $(3, 0)$ ทวนเข็มนาฬิกาการรอบจุด $(0, 0)$ ไป 90 องศา จะได้จุดใด

ก. $(0, 3)$

ข. $(-3, -0)$

ค. $(3, 0)$

ง. $(0, -3)$

8. หมุนจุด $(3, -4)$ รอบจุดกำเนิดด้วยมุม 180 องศา จะได้จุดใด

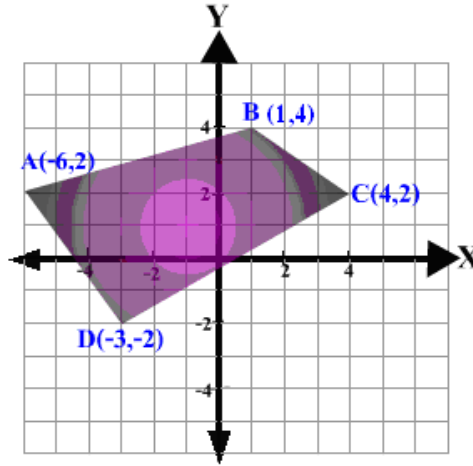
ก. $(-3, -4)$

ข. $(-3, 4)$

ค. $(3, -4)$

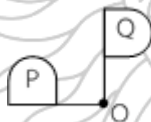
ง. $(3, 4)$

9. สี่เหลี่ยม $A'B'C'D'$ เป็นภาพที่ได้จากการหมุน สี่เหลี่ยม $ABCD$ รอบจุด กำเนิด O ทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุม 90 องศา ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง



- ก. $A'(-6, 2)$
- ข. $B'(-4, 1)$
- ค. $C'(-4, -2)$
- ง. $D'(-2, -3)$

10. จากรูป ถ้ารูป P เป็นรูปต้นแบบ และจุด O เป็นจุดหมุน แล้วรูป Q เป็นผลจากการหมุนรูป P ในลักษณะใด



- ก. หมุนตามเข็มนาฬิกา 90 องศา
- ข. หมุนทวนเข็มนาฬิกา 180 องศา
- ค. หมุนตามเข็มนาฬิกา 270 องศา
- ง. หมุนทวนเข็มนาฬิกา 360 องศา

ตั้งใจอ่านให้ดีๆ แล้วทำให้ถูกต้อง



ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชุดการแปลงทางเรขาคณิต
 เล่มที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้



โดย

นางสาวนิภาพรณัฐ สิงห์คำ
 ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เล่มที่ 5 เรื่อง การนำไปประยุกต์ใช้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

8. ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงเรขาคณิตในประยุกต์ใช้ได้
9. แก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
10. นำความรู้ในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสสร้างสรรค์งานต่างๆ ได้
11. มีทักษะในการออกแบบตกแต่งโดยใช้ความรู้ในเรื่องการประยุกต์ใช้การเพื่อสร้างสรรค์ผลงานได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

14. แก้ปัญหาการแปลงทางเรขาคณิตด้วยวัตถุสองมิติได้
15. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลงานสร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้
16. มีความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

7. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ
8. มีระเบียบวินัย
9. มีความรับผิดชอบ



ต้องทำได้ นะคะ...

ใบกิจกรรมที่ 1 แปลงแบบใด

จากรูปที่กำหนดในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงพิจารณาว่ารูปในแต่ละข้อเป็นภาพที่ได้จากการเลื่อน ขนาน การสะท้อน หรือการหมุนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

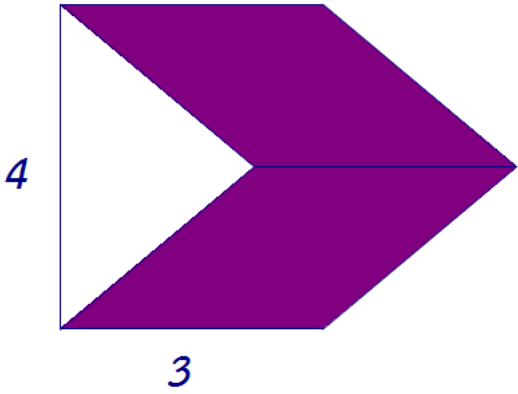
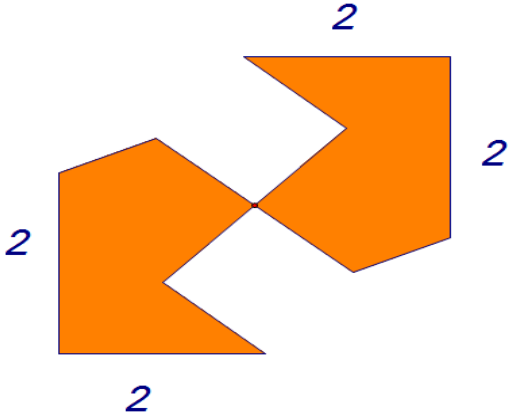


ให้นักเรียนตอบคำถามกิจกรรมข้างต้น

ข้อที่	การแปลงชนิดใด
1	
2	
3	
4	

ใบกิจกรรมที่ 2 หาได้หรือไม่

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้สมบัติของการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน หาพื้นที่โดยประมาณของส่วนที่แรเงาในแต่ละข้อต่อไปนี้

โจทย์คำถาม	คำตอบ
1. 	
2. 	



ใบกิจกรรมที่ 3 กล้องสลับลาย

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน
2. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 อย่างเข้าใจ ละเอียดรอบคอบ
3. แล้วตอบคำถามที่กำหนดให้ โดยช่วยกันระดมความคิด
4. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อุปกรณ์ แผ่นพลาสติกใสหรือไม้บรรทัดแทนกระจก
กระดาษแก้วสีขาวและเศษกระดาษสี

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนประดิษฐ์กล้องสลับลาย โดยใช้พลาสติกใสหรืออาจใช้ไม้บรรทัดพลาสติกแทนกระจกโดยให้เป็นรูปแท่งปริซึมฐานสามเหลี่ยม
2. ให้นักเรียนใช้กระดาษแก้วสีขาวปิดปลายแท่งปริซึม
3. ให้นักเรียนทดลองดูการสะท้อนของเศษกระดาษสี
4. ให้แต่ละคนในสมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนกันดูกล้องของกลุ่มตัวเอง
5. ให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันดูกล้องของกลุ่มอื่นๆ
6. บันทึกการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้แล้วนำเสนอสิ่งที่แต่ละกลุ่มได้เห็นในการทำกิจกรรมนี้

กล้องสลับลายเป็นกล้องที่ประกอบขึ้นจากแผ่นกระจกหรือแผ่นพลาสติก 3 แผ่นประกบกันเป็นปริซึมฐานสามเหลี่ยม และปิดปลายฐานด้านหนึ่งด้วยกระดาษบางที่แสงลอดผ่านได้ภายในกล้องใส่เศษกระดาษสีหรือเศษพลาสติกสีรูปต่างๆ เมื่อเขย่ากล้องเพื่อให้กระดาษสีเคลื่อนกระจายเป็นรูปต่างๆ จะทำให้เกิดลวดลายภายในกล้อง ลวดลายต่างๆ นี้เป็นภาพที่เกิดจากการสะท้อนของเศษกระดาษสีเหล่านั้นผ่านกระจกทั้งสามด้าน ซึ่งทำให้เห็นเป็นภาพที่มี 6 ด้าน



ให้นักเรียนสรุปการทำกิจกรรมข้างต้น

จากกิจกรรมดังกล่าวสรุปได้ว่า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่เกิดจากการส่องกล้องสลับลาย



ใบกิจกรรมที่ 1 แปลงแบบใด

จากรูปที่กำหนดในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงพิจารณาว่ารูปในแต่ละข้อเป็นภาพที่ได้จากการเลื่อน ขนาน การสะท้อน หรือการหมุนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

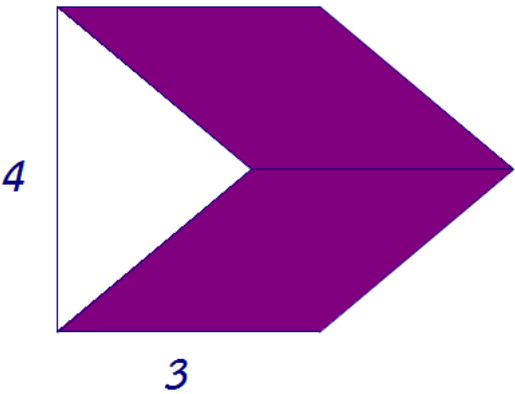
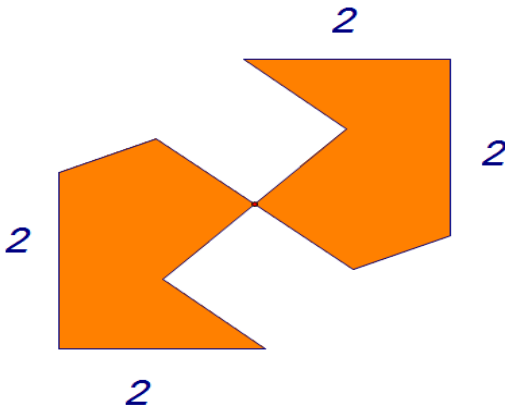


ให้นักเรียนตอบคำถามกิจกรรมข้างต้น

ข้อที่	การแปลงชนิดใด
1	
2	
3	
4	
5	

ใบกิจกรรมที่ 2 หาได้หรือไม่

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้สมบัติของการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน หาพื้นที่โดยประมาณของส่วนที่แรเงาในแต่ละข้อต่อไปนี้

โจทย์คำถาม	คำตอบ
1. 	
2. 	



ใบกิจกรรมที่ 3 กล้องสลับลาย

คำชี้แจง

5. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน
6. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 อย่างเข้าใจ ละเอียดรอบคอบ
7. แล้วตอบคำถามที่กำหนดให้ โดยช่วยกันระดมความคิด
8. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อุปกรณ์ แผ่นพลาสติกใสหรือไม้บรรทัดแทนกระจก
กระดาษแก้วสีขาว และเศษกระดาษสี

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

7. ให้นักเรียนประดิษฐ์กล้องสลับลาย โดยใช้พลาสติกใสหรืออาจใช้ไม้บรรทัดพลาสติกแทนกระจกโดยให้เป็นรูปแท่งปริซึมฐานสามเหลี่ยม
8. ให้นักเรียนใช้กระดาษแก้วสีขาวปิดปลายแท่งปริซึม
9. ให้นักเรียนทดลองดูการสะท้อนของเศษกระดาษสี
10. ให้แต่ละคนในสมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนกันดูกล้องของกลุ่มตัวเอง
11. ให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันดูกล้องของกลุ่มอื่นๆ
12. บันทึกการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้แล้วนำเสนอสิ่งที่แต่ละกลุ่มได้เห็นในการทำกิจกรรมนี้

กล้องสลับลายเป็นกล้องที่ประกอบขึ้นจากแผ่นกระจกหรือแผ่นพลาสติก 3 แผ่นประกบกันเป็นปริซึมฐานสามเหลี่ยม และปิดปลายฐานด้านหนึ่งด้วยกระดาษบางที่แสงลอดผ่านได้ภายในกล้องใส่เศษกระดาษสีหรือเศษพลาสติกสีรูปต่างๆ เมื่อเขย่ากล้องเพื่อให้กระดาษสีเคลื่อนกระจายเป็นรูปต่างๆ จะทำให้เกิดลวดลายภายในกล้อง ลวดลายต่างๆ นี้เป็นภาพที่เกิดจากการสะท้อนของเศษกระดาษสีเหล่านั้นผ่านกระจกทั้งสามด้าน ซึ่งทำให้เห็นเป็นภาพที่มี 6 ด้าน



ให้นักเรียนสรุปการทำกิจกรรมข้างต้น

จากกิจกรรมดังกล่าวสรุปได้ว่า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่เกิดจากการส่องกล้องสลับลาย



ใบกิจกรรมที่ 4 เทลเซลเลชันสร้างสรรค์ผลงาน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อทำกิจกรรมดังกล่าว
2. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเทลเซลเลชัน อย่างเข้าใจ ละเอียดรอบคอบ
3. แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่ทำกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยช่วยกันระดมความคิดอย่างสร้างสรรค์
4. ให้แต่ละคู่นำเสนอหน้าชั้นเรียน

อุปกรณ์ แบบร่างการเทลเซลเลชัน

สีไม้ ไม้บรรทัด และดินสอ

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนเลือกแบบร่างเรื่องการเทลเซลเลชันที่ชื่นชอบ โดยคู่ละ 1 ชิ้นงาน
2. ให้นักเรียนนำแบบร่างที่เลือกมาตกแต่งให้สวยงามโดยการระบายสีตามใจชอบ
3. ให้แต่ละคู่แลกเปลี่ยนกันชื่นชมผลงานของคู่อื่นๆ
4. บันทึกการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้แล้วนำเสนอสิ่งที่แต่ละคู่ได้เห็นในการทำกิจกรรมนี้



ใบกิจกรรมที่ 5 เทลเซลเลชันรูปทั่วไปสร้างสรรค์ผลงาน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน
2. ให้แต่ละกลุ่มนำความรู้ในใบความรู้ที่ 4 กับ ใบกิจกรรมที่ 4 มาประยุกต์ใช้
3. แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยช่วยกันระดมความคิดอย่างสร้างสรรค์
4. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนสมาชิกในกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อุปกรณ์ แบบร่างการเทลเซลเลชันแบบรูปทั่วไป

กระดาษสีแข็ง ไม้บรรทัด และดินสอ กรรไกร กระดาษลอกลาย กระดาษ A4 สีไม้

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้แต่ละกลุ่มเลือกรูปแบบการเทลเซลเลชันรูปทั่วไป โดยกลุ่มละ 1 รูปแบบ
2. ให้แต่ละกลุ่มนำรูปแบบการเทลเซลเลชันรูปทั่วไปที่เลือกมาตัดเป็นรูปต้นแบบ โดยใช้กระดาษสีแข็ง ตัดให้ตามรูปแบบที่เลือกอย่างสวยงามและแข็งแรง
3. นำรูปต้นแบบที่เป็นแม่พิมพ์มาวางบนกระดาษ A4 โดยวางทับกับกระดาษลอกลายแล้วใช้ดินสอร่างลายรูปต้นแบบที่มี
4. ทำเลื้อนแบบขนานหรือการหมุนตามความคิดของแต่ละกลุ่มเพื่อให้เกิดการเทลเซลเลชันที่ได้รูปแบบที่สวยงามตามใจชอบของแต่ละกลุ่ม
5. ทำการตกแต่งให้สวยงามโดยใช้สีระบายให้เกิดการมีสีสัน สวยงาม
6. พอได้แบบร่างที่เกิดจากการทำงานกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้แต่ละกลุ่มนำผลงานไปจัดทำลงในโปรแกรม GSP (อาจจะใช้เวลามากกว่าในชั่วโมงเรียน จึงสามารถกลับไปทำเป็นการบ้านได้ตามเวลาที่ครูกำหนด)
7. ให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันชื่นชมผลงานของกลุ่มอื่นๆ
8. บันทึกการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้แล้วนำเสนอผลงานที่แต่ละกลุ่มได้ทำ

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ



คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่ถูกต้องที่สุด เพียงข้อเดียว

- ข้อใดคือการแปลงทางเรขาคณิต
 - การเลื่อนขนาน
 - การสะท้อน
 - การหมุน
 - ก, ข และ ค ที่กล่าวมาถูกต้อง
- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดไม่ใช่รูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต

ก.



ข.



ค.

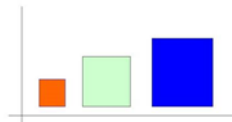


ง.

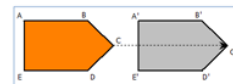


- รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดไม่ใช่รูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต

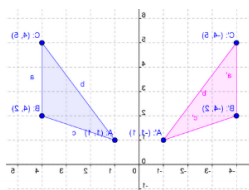
ก.



ข.



ค.

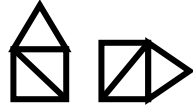


ง.



4. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปใดไม่ใช่รูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต

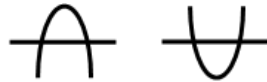
ก.



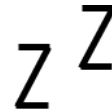
ข.



ค.



ง.



5. การทesselเลชัน (Tessellation) คืออะไร

ก. การนำรูปทั้งที่เป็นรูปเรขาคณิตและรูปทั่วไปมาเรียงต่อกัน โดยมีเงื่อนไขว่ารูปที่นำมาจัดเรียงนั้นจะต้องไม่เกิดช่องว่างหรือการคาบเกี่ยวซ้อนกัน

ข. การนำรูปทั้งที่เป็นรูปเรขาคณิตและรูปทั่วไปมาซ้อนกันหลายๆ ชั้น

ค. การนำรูปทั้งที่เป็นรูปเรขาคณิตและรูปทั่วไปมาแยกออกจากกันโดยมีระยะที่เท่าๆ กัน

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

6. การทesselเลชัน (Tessellation) มีกี่รูปแบบ

ก. 1 รูปแบบ

ข. 2 รูปแบบ

ค. 3 รูปแบบ

ง. 4 รูปแบบ

7. ข้อใดคือประเภทของการทesselเลชัน (Tessellation)

ก. ทesselเลชันจากรูปเรขาคณิต

ข. ทesselเลชันจากรูปทั่วไป

ค. ทesselเลชันจากพืชคณิต

ง. ถูกทั้ง ก และ ข

8. บุคคลที่มีชื่อเสียงในการสร้างทesselเลชัน (Tessellation) คือใคร

ก. ยุคลิค

ข. เลออนฮาร์ด ออยเลอร์

ค. เมาริซส์ คอร์เนเลียส เอสเซอร์

ง. พีทาโกรัส

9. สิ่งรอบตัวใดเป็นการแปลงทางเรขาคณิต

ก. พระอาทิตย์ส่องตัวเรา

ข. ลิฟท์ในอาคารคอนโดมิเนียม

ค. ชิงช้าสวรรค์

ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

10. ข้อใดเกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตทั้งหมด

- ก. แหวน ดอกทานตะวัน รถบรรทุก ลูกบอล
- ข. พัฒลม เงามคน ไอศกรีม การตัดทราย
- ค. เครื่องบิน คนยืนหน้ากระจก รถยนต์ กังหันลม
- ง. ไตร่เป่าลม เหยี่ยง ลูกโป่ง เงามต้นไม้

ตั้งใจอ่านให้ดีๆ แล้วทำให้ถูกต้อง



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค22101)

เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1. การเลื่อนขนานรูปเรขาคณิตมีความหมายตรงกับข้อใด

- 1) วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดคงที่จุดหนึ่ง
- 2) วัตถุเคลื่อนที่มีทิศทางของรูปพลิกกลับกับรูปต้นแบบ
- 3) วัตถุเคลื่อนที่ทำให้ขนาดและรูปร่างของรูปต้นแบบเปลี่ยนไป
- 4) วัตถุเคลื่อนที่โดยทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันและเป็นระยะทางเท่ากัน

2. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้ใช้สมบัติการหมุน

- 1) การเดินขึ้นบันได
- 2) การส่องกระจกเงา
- 3) ใบพัดของเครื่องบิน
- 4) รถไฟแล่นไปตามราง

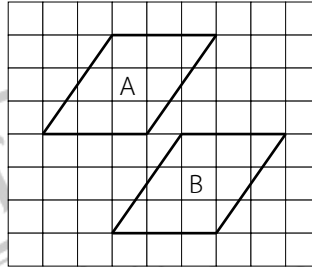
3. รูปในข้อใดต่อไปนี้ไม่ได้เกิดจากการเลื่อนขนาน



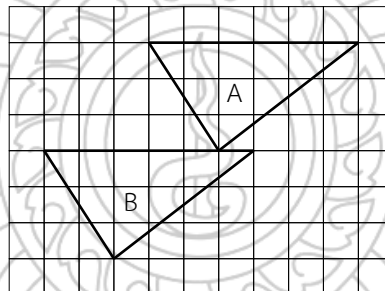
4. เลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม ABCD ซึ่งมีจุดยอดที่ A $(-4, 1)$, B $(-3, -1)$, C $(3, 2)$ และ D $(2, 4)$ ถ้าจุด A เลื่อนขนานไปอยู่ที่จุด A' $(-1, 2)$ แล้วพิกัดของจุด B', C' และ D' ตรงกับข้อใดต่อไปนี้

- 1) B' $(0, 1)$, C' $(5, 3)$, D' $(4, 5)$
- 2) B' $(0, 0)$, C' $(6, 3)$, D' $(5, 5)$
- 3) B' $(1, -1)$, C' $(5, 3)$, D' $(4, 5)$
- 4) B' $(1, 1)$, C' $(6, 3)$, D' $(5, 5)$

5. ข้อใดต่อไปนี้บอกทิศทางการเลื่อนขนานจากรูปต้นแบบ A ไปยังรูป B ได้ถูกต้อง

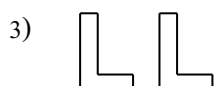
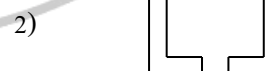
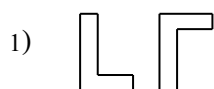


- 1) เลื่อนขนานไปทางขวา 2 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 3 หน่วย
 - 2) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 3 หน่วย
 - 3) เลื่อนขนานไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 2 หน่วย
 - 4) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 2 หน่วย
6. ถ้ารูป A เกิดจากการเลื่อนขนานของรูป B แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นการอธิบายการเลื่อนขนานจากรูปที่กำหนด

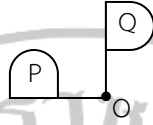


- 1) เลื่อนขนานไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 3 หน่วย
- 2) เลื่อนขนานไปทางขวา 6 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 6 หน่วย
- 3) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 3 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 3 หน่วย
- 4) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 6 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 6 หน่วย

7. รูปในข้อใดต่อไปนี้เกิดจากการหมุน

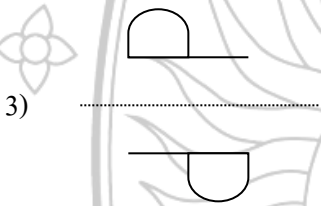
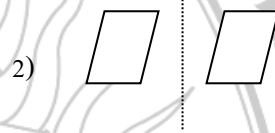
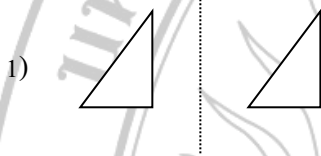


8. จากรูป ถ้ารูป P เป็นรูปต้นแบบ และจุด O เป็นจุดหมุน แล้วรูป Q เป็นผลจากการหมุนรูป P ในลักษณะใด

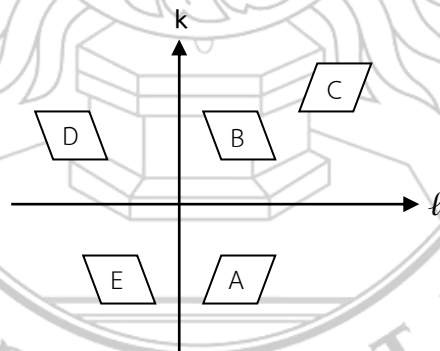


- 1) หมุนตามเข็มนาฬิกา 90 องศา
- 2) หมุนทวนเข็มนาฬิกา 180 องศา
- 3) หมุนตามเข็มนาฬิกา 270 องศา
- 4) หมุนทวนเข็มนาฬิกา 360 องศา

9. รูปในข้อใดต่อไปนี้ที่เกิดจากการสะท้อนได้ถูกต้อง

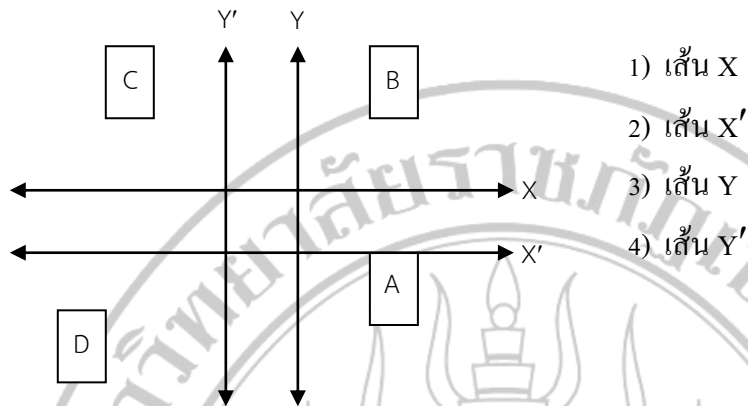


10. รูปในข้อใดต่อไปนี้เกิดจากการสะท้อนรูป A ข้ามเส้น ℓ



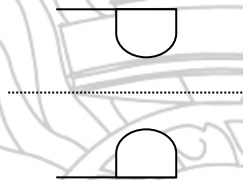
- 1) รูป B
- 2) รูป B และรูป C
- 3) รูป E
- 4) รูป E และรูป D

11. รูป A เกิดจากการสะท้อนรูป B ด้วยเส้นสะท้อนเส้นใดในรูปที่กำหนดต่อไปนี้



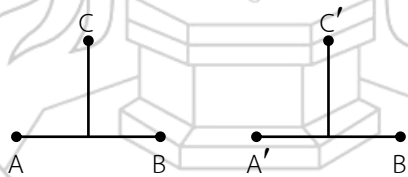
- 1) เส้น X
- 2) เส้น X'
- 3) เส้น Y
- 4) เส้น Y'

12. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้เกิดการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด



- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) การสะท้อนข้ามเส้นสะท้อน 2 เส้น

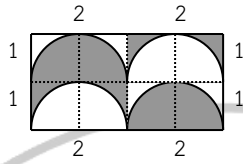
13. ถ้ารูป $A'B'C'$ เกิดจากการแปลงรูป ABC โดยที่จุด A แปลงไปเป็นจุด A' จุด B แปลงไปเป็นจุด B' และจุด C แปลงไปเป็นจุด C' ดังรูป



การแปลงดังกล่าวเป็นการแปลงแบบใด

- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) การสะท้อนแบบเลื่อน

14. พื้นที่ส่วนที่แรเงาเท่ากับกี่ตารางหน่วย



- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) 2 ตารางหน่วย | 2) 4 ตารางหน่วย |
| 3) 6 ตารางหน่วย | 4) 8 ตารางหน่วย |

15. การแปลงทางเรขาคณิตแบบหมุนจะต้องกำหนดสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญ

- 1) พิกัด
- 2) ขนาดมุมที่หมุนรอบจุดหมุน
- 3) จุดหมุนและทิศทางการหมุน
- 4) ถูกต้องทั้งข้อ 2 และ 3

16. การแปลงทางเรขาคณิตแบบใดจะต้องมีระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับเส้นสะท้อนและระยะห่างระหว่างจุดบนรูปสะท้อนกับเส้นสะท้อนเท่ากัน

- 1) การหมุน
- 2) การเลื่อนขนาน
- 3) การสะท้อน
- 4) การขยาย

17. การแปลงทางเรขาคณิตแบบใดที่ใช้จุดหมุนในการแปลงรูปเรขาคณิต

- 1) การหมุน
- 2) การเลื่อนขนาน
- 3) การสะท้อน
- 4) การขยาย

18. รูปเรขาคณิตที่พับแบ่งครึ่งรูปออกเป็นสองส่วนและนำมาทับกันได้สนิทตามรอยพับ
เปรียบเสมือนเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) การขยาย

19. ข้อใดเป็นสมบัติของการแปลงทางเรขาคณิตแบบสะท้อน

- 1) สามารถเลื่อนรูปต้นแบบทับกับรูปจำลองได้สนิทโดยไม่ต้องพลิกรูปต้นแบบ
- 2) สามารถเลื่อนรูปต้นแบบทับกับรูปจำลองได้สนิทโดยจะต้องพลิกรูปต้นแบบข้ามเส้นสะท้อน
- 3) จุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดที่สมนัยกันบนรูปจำลองจะไม่ขนานกัน
- 4) จุดบนรูปต้นแบบและรูปจำลองแต่ละคู่จะมีจุดหมุนเดียวกันเป็นจุดศูนย์กลาง

20. การหมุนของพัดลมมีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) ถูกทั้งข้อ 1 และ 2

21. ภาพเงาสะท้อนของต้นไม้ในสระน้ำมีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) ถูกทั้งข้อ 1 และ 2

22. การขึ้นลงของลิฟต์มีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- 1) การหมุน
- 2) การสะท้อน
- 3) การเลื่อนขนาน
- 4) การขยาย

23. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ $(2,4)$ เมื่อสะท้อนข้ามแกน X จะได้พิกัดตรงกับข้อใด

- 1) $(-4,2)$
- 2) $(-2,-4)$
- 3) $(2,-4)$
- 4) $(-2,4)$

24. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ $(5,-3)$ เมื่อสะท้อนข้ามแกน X จะได้พิกัดตรงกับข้อใด

- 1) $(5,3)$
- 2) $(-5,-3)$
- 3) $(3,5)$
- 4) $(-5,3)$

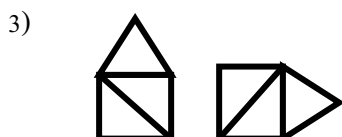
25. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ $(-6,-8)$ เมื่อสะท้อนข้ามแกน Y จะได้พิกัดตรงกับข้อใด

- 1) $(6,8)$
- 2) $(-8,-6)$
- 3) $(6,-8)$
- 4) $(-6,8)$

26. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ $(-1,4)$ เมื่อสะท้อนข้ามแกน Y จะได้พิกัดตรงกับข้อใด

- 1) $(1,4)$
- 2) $(-1,-4)$
- 3) $(-4,-1)$
- 4) $(1,-4)$

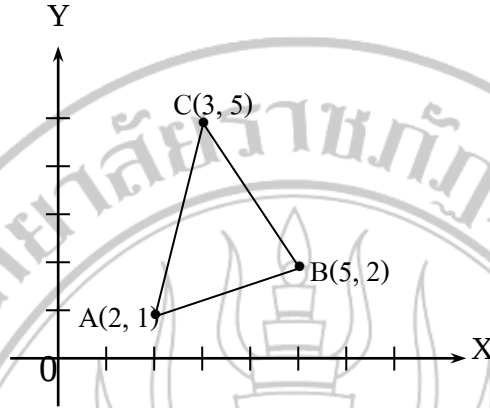
27. ภาพในข้อใดเกิดจากการเลื่อนขนาน



จงใช้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 28-29

ถ้าเลื่อน $\triangle ABC$ ตามแนวแกน X 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นตามแนวแกน Y 3 หน่วย จะได้

$\triangle A'B'C'$ ดังรูป



28. พิกัดของจุด C' คือข้อใด

1) (1, 5)

2) (1, 2)

3) (3, 3)

4) (5, 8)

29. พิกัดของจุด B' คือข้อใด

1) (7, -1)

2) (5, 8)

3) (7, 5)

4) (3, -1)

30. ให้ $A(-3, 2)$ เป็นจุดศูนย์กลางของรูปวงกลม มีรัศมียาว 3 หน่วย ถ้าเลื่อนจุดศูนย์กลางของรูปวงกลมไปทางซ้ายตามแนวแกน X 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 4 หน่วย จะได้จุด A' แล้วพิกัดของจุด A' คือข้อใด

1) (-6, 4)

2) (-3, -4)

3) (-6, 6)

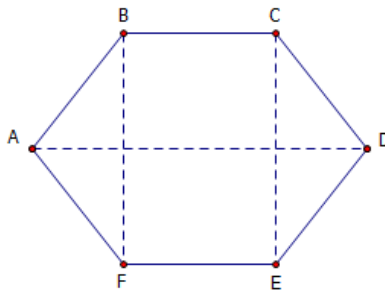
4) (-6, -6)

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค22101)

เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

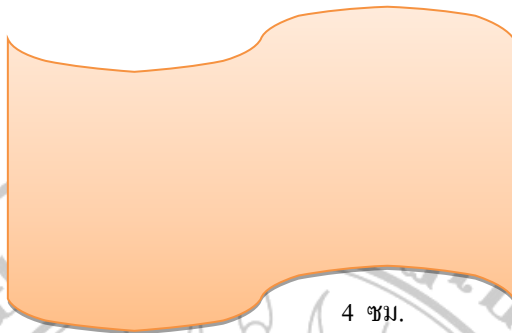
คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำในการหาคำตอบอย่างละเอียดชัดเจนและถูกต้อง

- กำหนดรูป ABCDEF ที่ $\overline{BC}$ ขนานกับ $\overline{FE}$ มี $AD=7.5$ เซนติเมตร, $BF=CF=4$ เซนติเมตร และ $BC=2.3$ เซนติเมตร จงหาพื้นที่โดยประมาณของรูปที่กำหนดให้

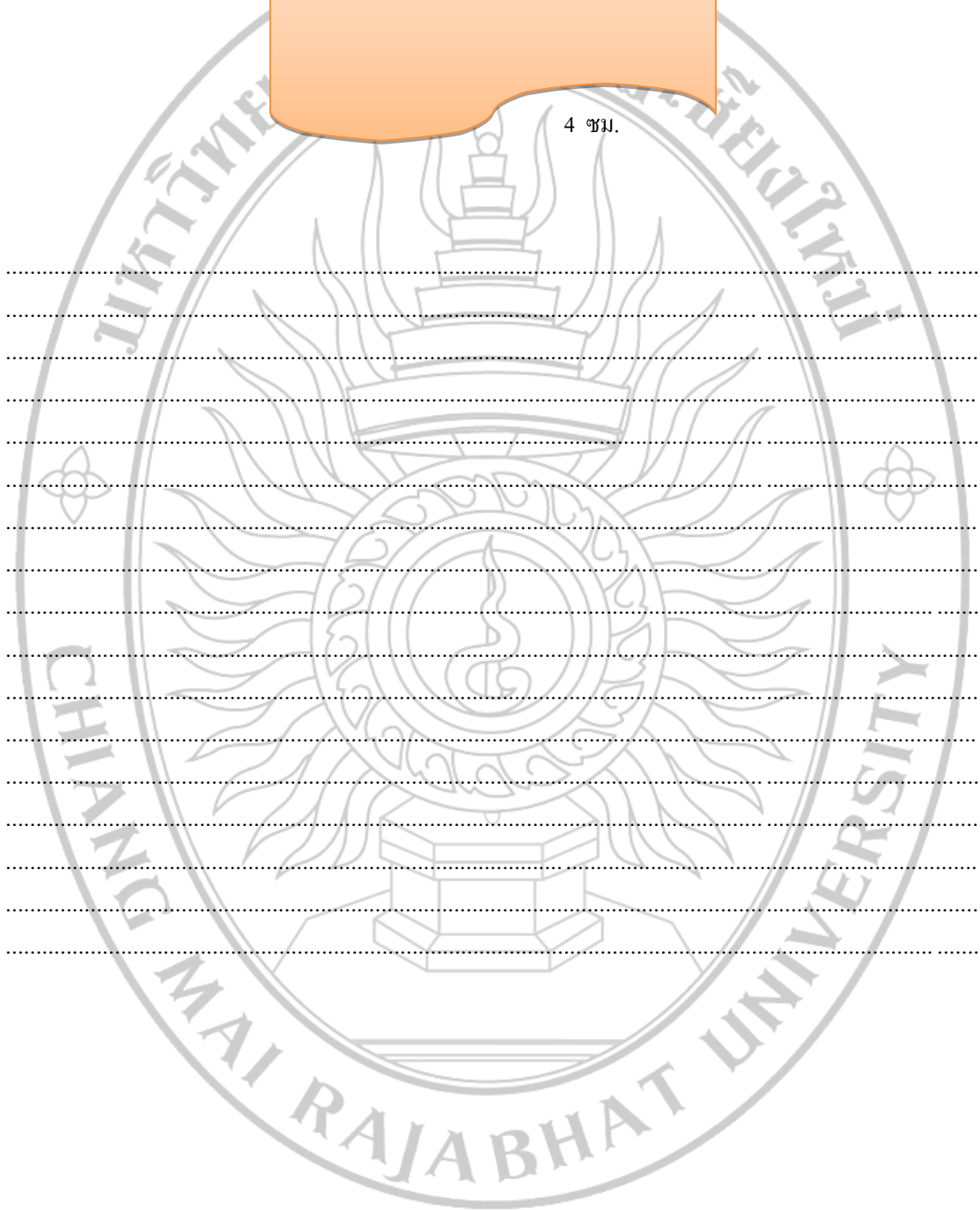


2) จงใช้การเลื่อนขนานหาพื้นที่โดยประมาณของรูปที่กำหนดให้

3 ซม.



4 ซม.



ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผลประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ผลการวิเคราะห์คะแนน ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
6. ผลการพัฒนาคูณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
7. ผลร้อยละระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง ง.1 ผลประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.93	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 เนื้อหามีความละเอียดครบถ้วนและชัดเจน	4.67	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 เนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน	4.73	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.60	0.37	เหมาะสมมากที่สุด
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ	4.80	0.30	เหมาะสมมากที่สุด
1.6 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP	4.67	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา	4.73	0.13	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	3.93	0.15	เหมาะสมมาก
2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	4.20	0.30	เหมาะสมมาก
2.3 กิจกรรมสร้างความสนใจของผู้เรียน	3.93	0.15	เหมาะสมมาก
2.4 ส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมที่กำหนด	3.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.5 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่	3.33	0.00	เหมาะสมปานกลาง
- แบบร่วมมือกันแข่งขันทำกิจกรรม (TGT)			
- แบบร่วมมือโดยวิธีแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (STAD)			
- แบบเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together : LT)			
- คิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share)			
- แบบร่วมมือโดยวิธีปริศนาความรู้ (Jigsaw)			

ตาราง ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2.6 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP	3.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.7 กิจกรรมสะท้อนทักษะความคิดสร้างสรรค์ แต่ละด้าน ได้แก่	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
- ความคิดคล่อง			
- ความคิดริเริ่ม			
- ความคิดละเอียดลออ			
สรุปผลการประเมินความเหมาะสม	3.82	0.12	เหมาะสมมาก
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.15	
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	
3.3 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.33	0.00	
3.4 ได้รับความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี	4.67	0.00	
3.5 มีประโยชน์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.67	0.00	
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านสื่อการเรียนรู้	4.61	0.07	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 วิธีการวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต	4.33	0.00	เหมาะสมมาก
4.3 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลสามารถวัดได้ตรงตามสภาพจริง	4.60	0.39	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลมีความเหมาะสม	4.53	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเวลา	4.53	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
4.6 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับความสามารถ และวัยของผู้เรียน	4.60	0.13	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.7 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.53	0.16	
4.8 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้	4.73	0.25	
4.9 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่	4.53	0.27	
- ความคิดคถ่อง			
- ความคิดริเริ่ม			
- ความคิดละเอียดลออ			
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านสื่อการเรียนรู้	4.60	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมรวม 4 ด้าน	4.44	0.07	เหมาะสมมาก

จากผลประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 สรุปได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ง.2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	คะแนนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเล่ม					ผลรวมคะแนนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (240 คะแนน)
	เล่มที่ 1 30 (คะแนน)	เล่มที่ 2 50 (คะแนน)	เล่มที่ 3 60 (คะแนน)	เล่มที่ 4 50 (คะแนน)	เล่มที่ 5 50 (คะแนน)	
1	24	35	34	25	25	143
2	25	37	36	25	34	157

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเล่ม					ผลรวมคะแนนชุด กิจกรรมการเรียนรู้ (240 คะแนน)
	เล่มที่ 1	เล่มที่ 2	เล่มที่ 3	เล่มที่ 4	เล่มที่ 5	
	30 (คะแนน)	50 (คะแนน)	60 (คะแนน)	50 (คะแนน)	50 (คะแนน)	
3	26	36	37	30	43	172
4	28	38	44	40	43	193
5	26	37	37	28	39	167
6	25	41	38	27	38	169
7	25	41	39	28	36	169
8	24	37	38	24	37	160
9	25	37	41	33	44	180
10	27	32	43	41	30	173
11	27	30	47	28	45	177
12	27	32	48	33	37	177
13	28	45	43	42	41	199
14	27	38	43	42	42	192
15	26	33	52	44	40	195
16	28	33	54	43	43	201
17	28	37	56	40	31	192
18	27	31	51	48	43	200
19	28	35	55	45	42	205
20	30	44	58	45	43	220
21	28	38	54	38	40	198

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเล่ม					ผลรวมคะแนนชุด กิจกรรมการเรียนรู้ (240 คะแนน)
	เล่มที่ 1	เล่มที่ 2	เล่มที่ 3	เล่มที่ 4	เล่มที่ 5	
	30 (คะแนน)	50 (คะแนน)	60 (คะแนน)	50 (คะแนน)	50 (คะแนน)	
22	26	40	53	42	37	198
23	28	41	49	42	39	199
24	26	42	54	34	33	189
25	27	44	57	36	41	205
26	28	36	56	39	37	196
27	28	43	54	48	48	221
28	28	44	55	39	32	198
29	25	44	49	47	33	198
รวม	775	1101	1375	1076	1116	5443
ค่าเฉลี่ย	26.72	37.97	47.41	37.10	38.48	187.69
S.D.	1.46	4.35	7.55	7.53	5.19	8.66
ค่า E_1	89.08	75.93	79.02	74.21	76.97	81.60

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ระดับความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			รวม	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน	ผลการ พิจารณา
	1	2	3				
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
11	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	คัดเลือก
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
17	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	คัดออก
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน	ผลการ พิจารณา
	1	2	3				
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
24	1	1	0	3	0.67	ใช้ได้	คัดออก
25	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้	คัดออก
26	1	0	1	3	0.67	ใช้ได้	คัดออก
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
34	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	คัดเลือก
35	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	คัดเลือก
36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
38	0	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
39	1	1	1	3	0.67	ใช้ได้	คัดออก
40	1	0	1	3	0.67	ใช้ได้	คัดออก
41	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
43	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน	ผลการ พิจารณา
	1	2	3				
44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
46	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
47	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดเลือก
48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
49	1	1	0	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก
50	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จึงคัดเลือกข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ คือข้อที่ 1-8 , 11-13 , 15 , 18 , 20-23 , 27 – 31 , 33-37 และ 45-47

ตารางที่ ง.4 ผลการวิเคราะห์คะแนน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนด้านความรู้ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	ผลคะแนนการทดสอบก่อน - หลังเรียน		ผลต่าง (30 คะแนน)
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	
1	13	22	9
2	17	22	5
3	13	22	9
4	18	27	9

ตารางที่ ง.4 (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนนการทดสอบก่อน - หลังเรียน		ผลต่าง (30 คะแนน)
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	
5	11	22	11
6	10	22	12
7	15	20	5
8	0	23	23
9	9	23	14
10	12	23	11
11	19	25	6
12	16	26	10
13	23	27	4
14	12	24	12
15	17	27	10
16	9	24	15
17	8	25	17
18	14	26	12
19	17	26	9
20	24	29	5
21	11	23	12
22	9	23	14
23	16	25	9
24	10	26	16
25	17	22	5

ตารางที่ ง.4 (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนนการทดสอบก่อน - หลังเรียน		ผลต่าง (30 คะแนน)
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	
26	9	24	15
27	19	24	5
28	14	23	9
29	19	24	5
รวม	401	699	298
ค่าเฉลี่ย	13.83	24.10	20.55
ร้อยละ	46.09	80.34	
S.D.	5.03	2.04	4.47
ค่า E2		80.34	













ตารางที่ ๓.๕ ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๒

คนที่	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์																				ฐานนิยม
	เล่มที่ 1				เล่มที่ 2				เล่มที่ 3				เล่มที่ 4				เล่มที่ 5				
	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	
1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
2	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1	1
3	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
4	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
5	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
6	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1

ตารางที่ ๖.๕ (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ)

คนที่	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์																			ฐานนิยม	
	เล่มที่ 1				เล่มที่ 2				เล่มที่ 3				เล่มที่ 4				เล่มที่ 5				
	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์			
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
14	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
15	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3	1	3
19	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ)

คนที่	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์																				ฐานนิยม
	เล่มที่ 1				เล่มที่ 2				เล่มที่ 3				เล่มที่ 4				เล่มที่ 5				
	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
22	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
23	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
24	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
25	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
26	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ)

ค.น.ที่.	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์																				ฐานข้อมูล
	เล่มที่ 1				เล่มที่ 2				เล่มที่ 3				เล่มที่ 4				เล่มที่ 5				
	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร สื่อความหมาย นำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	
27	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
28	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
29	2	2	1	2	3	3	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
รวม	68	68	60	51	70	69	60	51	68	68	60	51	68	68	60	51	68	68	60	51	
ค่าเฉลี่ย	2.34	2.34	2.07	1.76	2.41	2.38	2.07	1.76	2.34	2.34	2.07	1.76	2.34	2.34	2.07	1.76	2.34	2.34	2.07	1.76	

ตารางที่ 3.6 ผลการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์																		ฐานนิยม
	เล่มที่ 1			เล่มที่ 2			เล่มที่ 3			เล่มที่ 4			เล่มที่ 5			สรุป			
	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2.4	3	2.4	2
3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2.2	3	2.2	2
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2.8	3	2.8	2
5	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2.2	3	2.2	2
6	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2.2	3	2.2	2
7	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2.6	3	2.2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2.6	2	3	2

ตารางที่ ๖.6 (ต่อ)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

คนที่	คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์																		ฐานนิยม
	เล่มที่ 1			เล่มที่ 2			เล่มที่ 3			เล่มที่ 4			เล่มที่ 5			สรุป			
	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
29	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3
รวม	78	84	82	79	85	81	80	85	80	80	85	81	78	85	81	79	84	81	78

ตารางที่ ๓.6 (ต่อ)

คนที่	คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์																		ฐานนิยม
	เล่มที่ 1			เล่มที่ 2			เล่มที่ 3			เล่มที่ 4			เล่มที่ 5			สรุป			
	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	ทำงานอย่างมีระบบ	มีระเบียบวินัย	มีความรับผิดชอบ	
ค่าเฉลี่ย	2.69	2.90	2.83	2.72	2.93	2.79	2.76	2.93	2.76	2.76	2.93	2.79	2.69	2.93	2.79	2.72	2.90	2.79	2.69
S.D.	0.47	0.31	0.38	0.45	0.26	0.41	0.44	0.26	0.44	0.44	0.26	0.41	0.47	0.26	0.41	0.40	0.31	0.36	0.47

ตารางที่ ง.7 ผลร้อยละระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	ทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์															หมายเหตุ
	ความคิดคิดล่วงหน้า			ฐานนิยม	รวม	ความคิดละเอียดลออ			ฐานนิยม	รวม	ความคิดริเริ่ม			ฐานนิยม	รวม	
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			
1	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2.25	
2	3	2	2	2	2.33	3	2	2	2	2.25	3	2	2	2	2.25	
3	3	2	2	2	2.33	3	2	2	2	2.25	2	2	2	2	2.00	
4	3	3	2	3	2.67	3	3	2	3	2.75	3	3	2	3	2.75	
5	3	2	2	2	2.33	3	2	2	2	2.25	3	2	2	2	2.25	
6	3	2	2	2	2.33	3	2	2	2	2.25	3	2	2	2	2.25	
7	3	2	2	2	2.33	3	2	2	2	2.25	3	2	2	2	2.25	
8	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2.00	3	2	2	2	2.25	
9	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	

ตารางที่ ๖.7 (ต่อ)

คนที่	ทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์																หมายเหตุ
	ความคิดคล่องแคล่ว			ฐานนิยม	รวม	ความคิดละเอียดลออ			ฐานนิยม	รวม	ความคิดริเริ่ม			ฐานนิยม	รวม		
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน				
10	2	3	3	3	2.67	2	3	3	3	2.75	2	3	3	3	2.75		
11	3	2	3	3	2.67	3	2	3	3	2.75	3	2	3	3	2.75		
12	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
13	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
14	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
15	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
16	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
17	3	2	3	3	2.67	3	2	3	3	2.75	3	2	3	3	2.75		
18	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00		
19	2	2	3	2	2.33	2	2	3	2	2.25	2	2	3	2	2.25		

ตารางที่ ๖.7 (ต่อ)

คนที่	ทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์															หมายเหตุ
	ความคิดคดลองแล้ว			ฐานนิยม	รวม	ความคิดละเอียดลออ			ฐานนิยม	รวม	ความคิดริเริ่ม			ฐานนิยม	รวม	
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			
20	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	
21	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	
22	3	2	3	3	2.67	3	2	3	3	2.75	3	2	3	3	2.75	
23	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	
24	3	2	3	3	2.67	3	2	3	3	2.75	3	2	3	3	2.75	
25	2	2	3	2	2.33	2	2	3	2	2.25	2	2	3	2	2.25	
26	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	
27	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	
28	3	2	3	3	2.67	3	2	3	3	2.75	3	3	3	3	3.00	
29	2	3	3	3	2.67	2	3	3	3	2.75	2	2	3	2	2.25	

ตารางที่ ๖.7 (ต่อ)

คนที่	ทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์												ฐานนิยม	รวม	หมายเหตุ	
	ความคิดคล่องแคล่ว			ฐานนิยม	รวม	ความคิดละเอียดลออ			ฐานนิยม	รวม	ความคิดริเริ่ม					
	เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ	ผลงาน			เนื้อหา	วิธีการ				ผลงาน
รวม	81	73	79		77.67	81	73	79		77.67	82	73	79		78.00	
ค่าเฉลี่ย	2.79	2.52	2.72		2.68	2.79	2.52	2.72		2.68	2.83	2.52	2.72		2.69	

ภาคผนวก จ

ผลการดำเนินการวิจัย

- แบบประเมินชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์



แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจงให้ท่านโปรดพิจารณาว่า ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสม และตรงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสมดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | เหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | เหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.2 เนื้อหามีความละเอียดครบถ้วนและชัดเจน 1.3 เนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน 1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร 1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ 1.6 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 2.1 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก 2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง 2.3 กิจกรรมสร้างความสนใจของผู้เรียน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ) 2.4 ส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมที่กำหนด 2.5 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ - แบบร่วมมือกันแข่งขันทำกิจกรรม (TGT) - แบบร่วมมือโดยวิธีแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (STAD) - แบบเรียนรู้ร่วมกัน Learning Together (LT) - คิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) - แบบร่วมมือโดยวิธีปริศนาความรู้ (Jigsaw) 2.6 กิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP 2.7 กิจกรรมสะท้อนทักษะความคิดสร้างสรรค์ แต่ละด้าน ได้แก่ - ความคิดคล่อง - ความคิดริเริ่ม - ความคิดละเอียดลออ					
3. ด้านสื่อการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ 3.3 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 3.4 เร้าความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี 3.5 มีประโยชน์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน					
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล 2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2.2 วิธีการวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต 2.3 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลสามารถวัดได้ตรงตามสภาพจริง					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล (ต่อ) 2.4 เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลมีความเหมาะสม 2.5 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเวลา 2.6 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับ ความสามารถ และวัยของผู้เรียน 2.7 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความรู้ได้อย่างชัดเจน 2.8 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ได้ 2.9 เครื่องมือวัดสามารถประเมินความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ - ความคิดคล่อง - ความคิดริเริ่ม - ความคิดละเอียดลออ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง เขียนเครื่องหมาย / ลงในตารางที่กำหนดให้ตรงกับความเป็นจริงตามรายการประเมิน

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ดีมาก
	4	หมายถึง	ดี
	3	หมายถึง	พอใช้
	2	หมายถึง	ปรับปรุง
	1	หมายถึง	ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ข้อที่	รายการประเมิน	5	4	3	2	1
1	กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ตามรายวิชา					
2	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (K) ด้านทักษะพิสัย (P) และด้านจิตพิสัย (A)					
3	ความสอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้					
4	กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนให้มี ความรู้ ทักษะกระบวนการ สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
5	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย สามารถปฏิบัติได้จริง รวมถึงตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และมีความสอดคล้องกับการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)					
6	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
7	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					

ข้อที่	รายการประเมิน	5	4	3	2	1
8	นำสื่อเทคโนโลยี (โปรแกรม GSP) มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้อย่างหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา					
9	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
10	มีบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้					
รวมคะแนน						
รวมคะแนนทั้งหมด						
ระดับคุณภาพ						

ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 50 คะแนน

ระดับคุณภาพ	ดีมาก	ได้คะแนน	45 – 50
	ดี	ได้คะแนน	40 - 44
	พอใช้	ได้คะแนน	35 – 39
	ปรับปรุง	ได้คะแนน	25 – 34
	ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน	ได้คะแนน	ต่ำกว่า 25 คะแนน

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับ
 พฤติกรรมที่ทำการวัด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับตามเกณฑ์ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ต้องการวัด

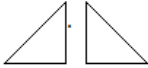
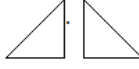
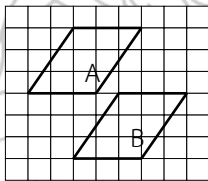
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ต้องการวัด

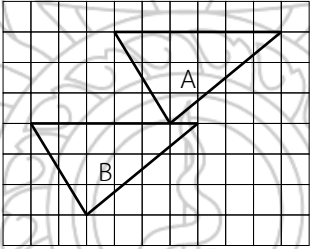
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ข้อสอบปรนัย					
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการ แปลงทางเรขาคณิตใน เรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการ หมุน และนำไปใช้	1. การเลื่อนขนานรูปเรขาคณิตมีความหมายตรงกับข้อใด 1) วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดคงที่จุดหนึ่ง 2) วัตถุเคลื่อนที่มีทิศทางของรูปพลิกกลับกับรูปต้นแบบ 3) วัตถุเคลื่อนที่ทำให้ขนาดและรูปร่างของรูปต้นแบบเปลี่ยนไป 4) วัตถุเคลื่อนที่โดยทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันและเป็นระยะทางเท่ากัน (ตอบ 4. วัตถุเคลื่อนที่โดยทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันและเป็นระยะทางเท่ากัน)				
	2. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็นสมบัติการหมุน 1) การเดินขึ้นบันได 2) การส่องกระจกเงา 3) ใบพัดของเครื่องบิน 4) รถไฟแล่นไปตามราง (ตอบ 3) ใบพัดของเครื่องบิน)				

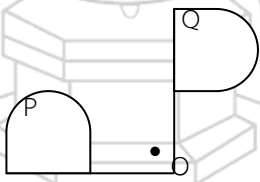
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการ แปลงทางเรขาคณิต ในเรื่อง การเลื่อน ขนาน การสะท้อน และการหมุน และ นำไปใช้	3. ถ้าสะท้อนรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ ด้านตรงข้ามมุมฉากเป็นเส้นสะท้อน รูปที่ เกิดขึ้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด 1) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 3) รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว 4) รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (ตอบ 3) รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว				
	4.รูปที่เกิดจากการสะท้อนข้ามเส้นสะท้อน 2 เส้นที่ขนานกัน จะเหมือนกับรูปที่เกิดการ แปลงแบบใดต่อไปนี้ 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนข้ามเส้นสะท้อน 2 เส้นที่ ตัดกัน (ตอบ 3) การเลื่อนขนาน				
	5. การแปลงทางเรขาคณิตแบบหมุนจะต้อง กำหนดสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญ 1) พิกัด 2) ขนาดมุมที่หมุนรอบจุดหมุน 3) จุดหมุนและทิศทางการหมุน 4) ถูกต้องทั้งข้อ 2 และ 3 (ตอบ 4) ถูกต้องทั้งข้อ 2 และ 3)				

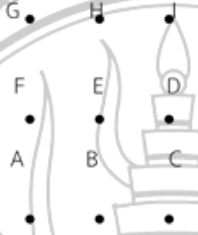
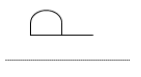
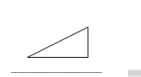
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการ แปลงทางเรขาคณิต ในเรื่อง การเลื่อน ขนาน การสะท้อน และการหมุน และ นำไปใช้	6. รูปเรขาคณิตที่พับแบ่งครึ่งรูปออกเป็นสอง ส่วนและนำมาทับกันได้สนิทตามรอยพับ เปรียบเทียบเหมือนเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การขยาย (ตอบ 2) การสะท้อน 7. ข้อใดเป็นสมบัติของการแปลงทางเรขาคณิต แบบสะท้อน 1) สามารถเลื่อนรูปต้นแบบทับกับรูปจำลอง ได้สนิทโดยไม่ต้องพลิกรูปต้นแบบ 2) สามารถเลื่อนรูปต้นแบบทับกับรูปจำลอง ได้สนิทโดยจะต้องพลิกรูปต้นแบบข้ามเส้น สะท้อน 3) จุดแต่ละจุดบนรูปต้นแบบกับจุดที่สมนัย กันบนรูปจำลองจะไม่ขนานกัน 4) จุดบนรูปต้นแบบและรูปจำลองแต่ละคู่ จะมีจุดหมุนเดียวกันเป็นจุดศูนย์กลาง (ตอบ 2) สามารถเลื่อนรูปต้นแบบทับกับรูป จำลองได้สนิทโดยจะต้องพลิกรูปต้นแบบข้ามเส้น สะท้อน)				
	8. การทำงานของพัสดมมีสมบัติการแปลงทาง เรขาคณิตแบบใด 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) ถูกทั้งข้อ 1 และ 2 (ตอบ 1) การหมุน)				

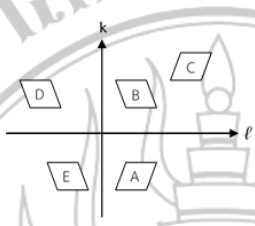
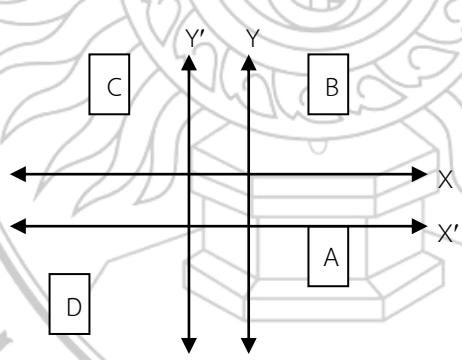
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน และนำไปใช้	9. ภาพเงาสะท้อนของต้นไม้ในสระน้ำมีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) ถูกทั้งข้อ 1 และ 2 (ตอบ 2) การสะท้อน)				
	10. การขึ้นลงของลิฟต์มีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การขยาย (ตอบ 3) การเลื่อนขนาน)				
	11. ข้อความใดต่อไปนี้ผิด 1) การสะท้อน คือการพลิกข้ามเส้นสมมาตรหรือเส้นของการสะท้อน 2) ถ้าลากเส้นตรงเชื่อมจุดที่สมนัยกันทุกๆ จุด เส้นเชื่อมทุกเส้นจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับเส้นสมมาตรเสมอ 3) ภาพที่ได้จากการสะท้อนจะแตกต่างจากรูปต้นแบบเสมอ 4) ภาพที่ได้จากการสะท้อนและรูปต้นแบบจะทับกันสนิทพอดี (ตอบ 3) ภาพที่ได้จากการสะท้อนจะแตกต่างจากรูปต้นแบบเสมอ)				

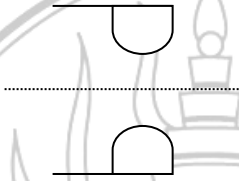
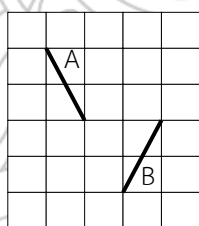
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้น จากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่ จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	12. รูปในข้อใดต่อไปนี้เป็นไปได้เกิดจากการ เลื่อนขนาน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 1) 				
	13. ข้อใดต่อไปนี้เป็นทิศทาง การเลื่อน ขนานจากรูปต้นแบบ A ไปยังรูป B ได้ถูกต้อง  1) เลื่อนขนานไปทางขวา 2 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 3 หน่วย 2) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 3 หน่วย 3) เลื่อนขนานไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 2 หน่วย				

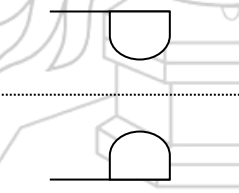
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้น จากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่ จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	4) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 2 หน่วย (ตอบ 1) เลื่อนขนานไปทางขวา 2 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 3 หน่วย)				
	14. ถ้ารูป A เกิดจากการเลื่อนขนานของรูป B แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นกรอธิบายการเลื่อนขนานจากรูปที่กำหนด  1) เลื่อนขนานไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 3 หน่วย 2) เลื่อนขนานไปทางขวา 6 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 6 หน่วย 3) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 3 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 3 หน่วย 4) เลื่อนขนานไปทางซ้าย 6 หน่วย และเลื่อนลงด้านล่าง 6 หน่วย (ตอบ 1) เลื่อนขนานไปทางขวา 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นด้านบน 3 หน่วย)				

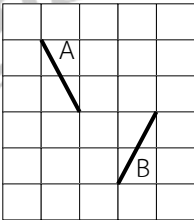
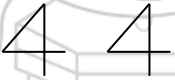
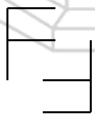
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้น จากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่ จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	15. รูปในข้อใดต่อไปนี้เป็นผลจากการหมุน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 4)  16. จากรูป ถ้ารูป P เป็นรูปต้นแบบ และ จุด O เป็นจุดหมุน แล้วรูป Q เป็นผล จากการหมุนรูป P ในลักษณะใด  1) หมุนตามเข็มนาฬิกา 90 องศา 2) หมุนทวนเข็มนาฬิกา 180 องศา 3) หมุนตามเข็มนาฬิกา 270 องศา 4) หมุนทวนเข็มนาฬิกา 360 องศา (ตอบ หมุนตามเข็มนาฬิกา 90 องศา)				

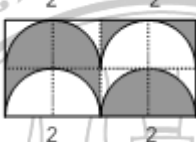
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	17. จุดในข้อใดต่อไปนี้จะเกิดจากการหมุนจุด A รอบจุด G ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา  1) จุด B 2) จุด E 3) จุด D 4) จุด I (ตอบ จุด I) 18. รูปในข้อใดต่อไปนี้จะเกิดจากการสะท้อนได้ถูกต้อง 1)  2)  3)  4)  (ตอบ) 4)				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	19. รูปในข้อใดต่อไปนี้เกิดจากการสะท้อน รูป A ข้ามเส้น l  1) รูป B 2) รูป B และรูป C 3) รูป E 4) รูป E และรูป D (ตอบ 1) รูป B) 20. รูป A เกิดจากการสะท้อนรูป B ด้วยเส้น สะท้อนเส้นใดในรูปที่กำหนดต่อไปนี้  1) เส้น X 2) เส้น X' 3) เส้น Y 4) เส้น Y' (ตอบ 1) เส้น X)				

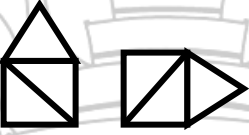
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	21. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้เกิดการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด  1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนข้ามเส้นสะท้อน 2 เส้นที่ขนานกัน (ตอบ 2) การสะท้อน) 22. รูป A เกิดจากการแปลงรูป B โดยใช้การแปลงแบบใดต่อไปนี้จากรูปที่กำหนด  1) การสะท้อน 2 ครั้ง 2) การสะท้อนและการหมุน 3) การหมุนและการเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนและการเลื่อนขนาน (ตอบ 4) การสะท้อนและการเลื่อนขนาน)				

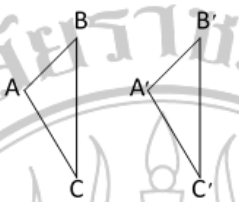
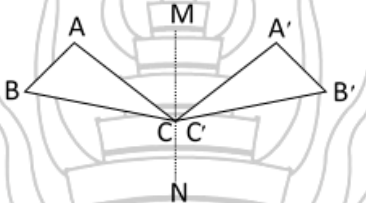
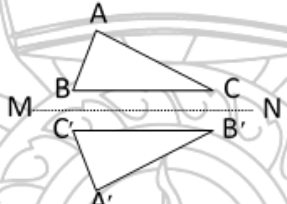
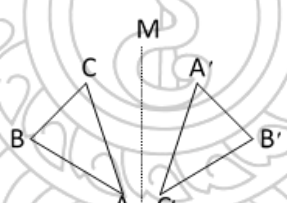
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค.3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและ ภาพนั้นให้	23. ถ้ารูป $A'B'C'$ เกิดจากการแปลงรูป ABC โดยที่จุด A แปลงไปเป็นจุด A' จุด B แปลงไปเป็นจุด B' และจุด C แปลงไปเป็นจุด C' ดังรูป  การแปลงดังกล่าวเป็นการแปลงแบบใด 1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนแบบเลื่อน (ตอบ 3) การเลื่อนขนาน) 24. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้เกิดการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด  1) การหมุน 2) การสะท้อน 3) การเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนข้ามเส้นสะท้อน 2 เส้นที่ขนานกัน (ตอบ 2) การสะท้อน)				

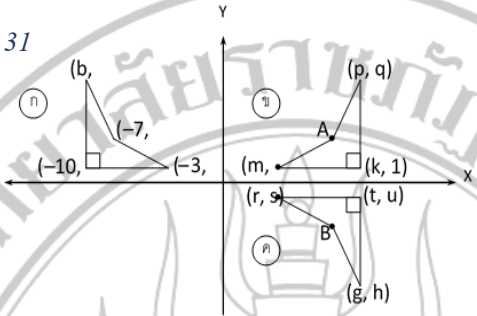
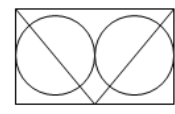
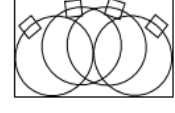
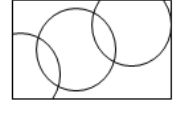
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพ ที่เกิดขึ้นจาก การเลื่อนขนาน การสะท้อนและ การหมุนรูป ต้นแบบ และ อธิบายวิธีการ ที่จะได้ภาพที่ ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและ ภาพนั้นให้	25. รูป A เกิดจากการแปลงรูป B โดยใช้การแปลงแบบใดต่อไปนี้จากรูปที่กำหนด  1) การสะท้อน 2 ครั้ง 2) การสะท้อนและการหมุน 3) การหมุนและการเลื่อนขนาน 4) การสะท้อนและการเลื่อนขนาน 26. (ตอบ 4) การสะท้อนและการเลื่อนขนาน รูปในข้อใดที่เกิดจากการสะท้อนข้ามเส้นสะท้อนสองเส้นที่ขนานกัน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 2) 4 4 ,				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	27. พื้นที่ส่วนที่แรเงาเท่ากับกี่ตารางหน่วย  1) 2 ตารางหน่วย 2) 4 ตารางหน่วย 3) 6 ตารางหน่วย 4) 8 ตารางหน่วย (ตอบ 2) 4 ตารางหน่วย) 28. การแปลงทางเรขาคณิตแบบใดจะต้อง มีระยะห่างระหว่างจุดบนรูปต้นแบบกับ เส้นสะท้อนและระยะห่างระหว่างจุดบน รูปสะท้อนกับเส้นสะท้อนเท่ากัน 1) การหมุน 2) การเลื่อนขนาน 3) การสะท้อน 4) การขยาย (ตอบ 3) การสะท้อน)				

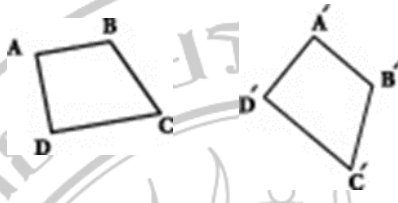
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนานการ สะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย วิธีการที่จะได้ ภาพที่ปรากฏเมื่อ กำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	29. การแปลงทางเรขาคณิตแบบใดที่ใช้จุด หมุนในการแปลงรูปเรขาคณิต 1) การหมุน 2) การเลื่อนขนาน 3) การสะท้อน 4) การขยาย (ตอบ 1) การหมุน) 30. จากข้อ 37 รูปในข้อใดเป็นการแปลง เรขาคณิตแบบการหมุน ☐ ABCD ซึ่ง หมุนรอบจุด O ตามทิศทางทวนเข็ มนาฬิกาและทำมุม 90 องศาจากตำแหน่ง เดิม 1) รูป 1 2) รูป 2 3) รูป 3 4) รูป 4 (ตอบ 2) รูป 2)				

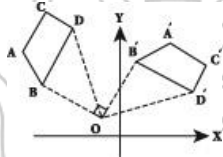
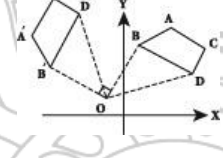
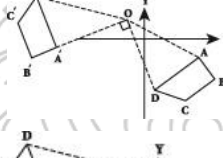
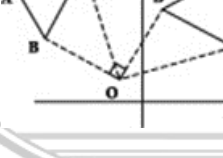
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่ เกิดขึ้นจากการเลื่อน ขนาน การสะท้อน และการหมุนรูป ต้นแบบ และ อธิบายวิธีการที่จะ ได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	31.ภาพในข้อใดเกิดจากการเลื่อนขนาน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 2)				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูป ต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้	32. ภาพในข้อใดเกิดจากการสะท้อน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 2)				

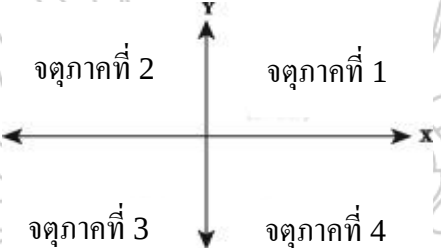
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้น จากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการ หมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่ จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูป ต้นแบบและภาพ นั้นให้	จงพิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 31 				
	33. รูปใดสะท้อนโดยใช้แกน X เป็นเส้น สะท้อน 1) ก และ ข 2) ข และ ค 3) ก และ ค 4) ถูกต้องทุกข้อ (ตอบ 2) ข และ ค)				
	34. รูปใดเกิดจากการหมุน 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 1)				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัดของ จุด และอธิบาย ลักษณะของรูป เรขาคณิตที่เกิดขึ้น จากการเลื่อน ขนาน การสะท้อน และการหมุนบน ระนาบในระบบ พิกัดฉาก	35. เลื่อนขนานรูปสี่เหลี่ยม ABCD ซึ่งมี จุดยอด ที่ $A(-4, 1)$, $B(-3, -1)$, $C(3, 2)$ และ $D(2, 4)$ ถ้าจุด A เลื่อนขนานไปอยู่ที่จุด $A'(-1, 2)$ แล้ว พิกัดของจุด B' , C' และ D' ตรงกับข้อใด ต่อไปนี้ 1) $B'(0, 1)$, $C'(5, 3)$, $D'(4, 5)$ 2) $B'(0, 0)$, $C'(6, 3)$, $D'(5, 5)$ 3) $B'(1, -1)$, $C'(5, 3)$, $D'(4, 5)$ 4) $B'(1, 1)$, $C'(6, 3)$, $D'(5, 5)$ (ตอบ 2) $B'(0, 0)$, $C'(6, 3)$, $D'(5, 5)$				
	36. $\triangle ABC$ มีจุดยอด $A(1, 4)$, $B(3, 2)$ และ $C(5, 3)$ ถ้า $\triangle A'B'C'$ เกิดจากการ หมุน $\triangle ABC$ ในทิศทวนเข็มนาฬิกา 270 องศา รอบจุดกำเนิด จะได้จุดยอด ของ $\triangle A'B'C'$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ (มฐ. ค 4.2 ม.2/2) 1) $A'(-1, -4)$, $B'(-3, -2)$, $C'(-5, -3)$ 2) $A'(-1, 4)$, $B'(-3, 2)$, $C'(-5, 3)$ 3) $A'(-4, 1)$, $B'(-2, 3)$, $C'(-3, 5)$ 4) $A'(4, -1)$, $B'(2, -3)$, $C'(3, -5)$ (ตอบ 4) $A'(4, -1)$, $B'(2, -3)$, $C'(3, -5)$				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุด และ อธิบายลักษณะ ของรูปเรขาคณิต ที่เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อน และการ หมุนบนระนาบ ในระบบพิกัดฉาก	 37. จากรูปจะหาจุดหมุนของรูปสี่เหลี่ยม ABCD และรูปสี่เหลี่ยม A' B' C' D' 1) ลากเส้นแบ่งครึ่งและตั้งฉาก $\overline{AB'}$ และ $\overline{A'B}$ 2) ลากเส้นแบ่งครึ่งและตั้งฉาก $\overline{CC'}$ และ $\overline{DD'}$ 3) ลากเส้นแบ่งครึ่งและตั้งฉาก $\overline{BB'}$ และ $\overline{DC'}$ 4) ลากเส้นแบ่งครึ่งและตั้งฉาก $\overline{BD'}$ และ $\overline{B'D}$ (ตอบ 2) ลากเส้นแบ่งครึ่งและตั้งฉาก $\overline{CC'}$ และ $\overline{DD'}$)				
	38. จากข้อ 37 ข้อใดเป็นจุดที่สมนัยกัน 1) จุด B กับจุด C' 2) จุด D กับจุด A' 3) จุด A กับจุด A' 4) จุด C กับจุด B' (ตอบ 3) จุด A กับจุด A')				

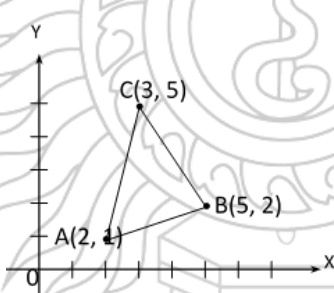
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุด และ อธิบายลักษณะ ของรูปเรขาคณิต ที่เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อน และการ หมุนบนระนาบ ในระบบพิกัดฉาก	39. รูปในข้อใดเป็นการแปลงทางเรขาคณิต แบบการหมุนของ $\square ABCD$ ซึ่ง หมุนรอบ จุด O ตามทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทำมุม 90 องศาจากตำแหน่งเดิม 1)  2)  3)  4)  (ตอบ 1) 				

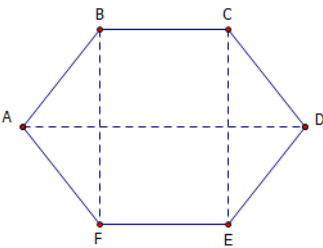
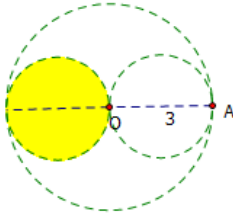
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หา พิกัดของจุด และอธิบาย ลักษณะของรูป เรขาคณิตที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน บนระนาบใน ระบบพิกัดฉาก	40. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ (2,4) เมื่อสะท้อนข้ามแกน X จะได้พิกัดตรงกับ ข้อใด 1) (-4,2) 2) (-2,-4) 3) (2,-4) 4) (-2,4) (ตอบ 3) (2,-4)				
	41. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ (5,-3) เมื่อสะท้อนข้ามแกน X จะได้พิกัดตรงกับ ข้อใด 1) (5,3) 2) (-5,-3) 3) (3,5) 4) (-5,3) (ตอบ 1) (5,3)				
	42. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ คือ (-6,-8) เมื่อสะท้อนข้ามแกน Y จะได้พิกัดตรงกับ ข้อใด 1) (6,8) 2) (-8,-6) 3) (6,-8) 4) (-6,8) (ตอบ 3) (6,-8)				

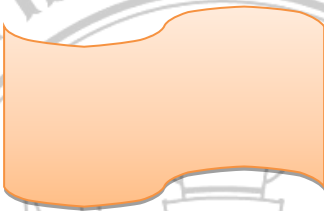
ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุด และ อธิบายลักษณะ ของรูป เรขาคณิตที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อน และการ หมุนบนระนาบ ในระบบพิกัด ฉาก	43. ถ้าพิกัดของจุดบนรูปด้นแบบ คือ $(-1,4)$ เมื่อสะท้อนข้ามแกน Y จะได้พิกัดตรงกับข้อใด 1) $(1,4)$ 2) $(-1,-4)$ 3) $(-4,-1)$ 4) $(1,-4)$ (ตอบ 1) $(1,4)$) คำชี้แจง ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 42 - 47  44. ข้อใดเป็นการเลื่อนขนานของจุด A ให้อยู่ในจตุภาคที่ 3 ของระบบพิกัดฉาก 1) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 8 หน่วย เลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 5 หน่วย 2) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 4 หน่วย เลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 3 หน่วย 3) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 8 หน่วย เลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 5 หน่วย 4) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 4 หน่วย เลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 6 หน่วย (ตอบ 4) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 4 หน่วย เลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 6 หน่วย)				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุดและ อธิบายลักษณะ ของรูป เรขาคณิตที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน บนระนาบใน ระบบพิกัดฉาก	45. ถ้าให้เส้นสะท้อนคือ $Y = 3$ จะได้พิกัดของจุด A ที่จากการสะท้อนบนพิกัดฉากได้ตรงกับข้อใด 1) $(-7,1)$ 2) $(3,-7)$ 3) $(3,7)$ 4) $(7,1)$ (ตอบ 2) $(3,-7)$) 46. ถ้าต้องการเลื่อนขนานของจุด A ให้อยู่ในพิกัด $(-2,-6)$ จะต้องเลื่อนจุด A ตามข้อใด 1) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 7 หน่วย เลื่อนลงตามแนวแกน Y 5 หน่วย 2) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 6 หน่วย เลื่อนลงตามแนวแกน Y 8 หน่วย 3) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 5 หน่วย เลื่อนลงตามแนวแกน Y 7 หน่วย 4) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 8 หน่วย เลื่อนลงตามแนวแกน Y 6 หน่วย (ตอบ 3) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 5 หน่วย เลื่อนลงตามแนวแกน Y 7 หน่วย				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุด และ อธิบายลักษณะ ของรูป เรขาคณิตที่ เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน บนระนาบใน ระบบพิกัดฉาก	47. ถ้าต้องการเลื่อนขนานของจุด A ให้อยู่บนจุดกำเนิดจะต้องเลื่อนจุด A ตามข้อใด 1) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 3 หน่วย เลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 1 หน่วย 2) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 3 หน่วย เลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 1 หน่วย 3) เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 1 หน่วย เลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 3 หน่วย 4) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 1 หน่วย เลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 3 หน่วย (ตอบ 2) เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 3 หน่วย เลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 1 หน่วย) 48. ถ้าจุด A เลื่อนไปทางซ้ายมือตามแนวแกน X 4 หน่วย และเลื่อนลงมาตามแนวแกน Y 8 หน่วย พิกัดของจุด A ที่ได้จากการเลื่อนขนานตรงกับข้อใด 1) (0,0) 2) (5,7) 3) (-1,-7) 4) (-6,-7) (ตอบ 3) (-1,-7))				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ตัวชี้วัด ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัด ของจุด และ อธิบายลักษณะ ของรูปเรขาคณิต ที่เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การ สะท้อน และการ หมุนบนระนาบ ในระบบพิกัดฉาก	49. ถ้าจุด A เลื่อนไปทางขวามือตามแนวแกน X 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 2 หน่วย พิกัดของจุด A ที่ได้จากการเลื่อนขนานตรงกับข้อใด 1) (1,3) 2) (1,7) 3) (5,7) 4) (5,3) (ตอบ 4) (5,3)) จงใช้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 50 ถ้าเลื่อน $\triangle ABC$ ตามแนวแกน X 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 3 หน่วย จะได้ $\triangle A'B'C'$ ดังรูป  50. พิกัดของจุด C' คือข้อใด 5) (1, 5) 6) (1, 2) 7) (3, 3) 8) (5, 8) (ตอบ 4) (5, 8))				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ข้อสอบอัตนัย					
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการ การแปลงทาง เรขาคณิตใน เรื่องการเลื่อน ขนาน การ สะท้อน และ การหมุน และ นำไปใช้	1. กำหนดรูป ABCDEF ที่ $\overline{BC}$ ขนานกับ $\overline{FE}$ $AD = 7.5$ เซนติเมตร $BF = CF = 4$ เซนติเมตร และ $BC = 2.3$ เซนติเมตร จงหาพื้นที่โดยประมาณของรูปที่กำหนดให้  (ตอบ ประมาณ 19.6 ตารางเซนติเมตร) 2. กำหนด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีรัศมี OA ยาว 3 เซนติเมตร จงหาพื้นที่โดยประมาณของส่วนที่แรเงาในรูป  (ตอบ ประมาณ 14.14 ตารางเซนติเมตร)				

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ข้อสอบอัตนัย					
ตัวชี้วัด ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจ เกี่ยวกับการแปลง ทางเรขาคณิตใน เรื่อง การเลื่อน ขนาน การ สะท้อน และการ หมุน และ นำไปใช้	3. จงใช้การเลื่อนขนานหาพื้นที่ โดยประมาณของรูปที่กำหนดให้ 3 ซม.  4 ซม. (ตอบ ประมาณ 12 ตารางเซนติเมตร)				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

เกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความคิดคล่อง		
1.1 ด้านเนื้อหา	3 (ดี)	- เลือกใช้หลักการทางการแปลงทาง เรขาคณิตได้อย่างเหมาะสม โดดเด่น ไม่ เหมือนและมีนักเรียนเพียง 1-2 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียน
	2 (พอใช้)	- เลือกใช้หลักการทางการแปลงทาง เรขาคณิตได้อย่างเหมาะสม ไม่เหมือนใคร และมีนักเรียนเพียง 3-5 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3- 5% ของนักเรียน
	1 (ควรปรับปรุง)	- เลือกใช้หลักการการแปลงทางเรขาคณิต ได้ไม่เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรู้ในการคิดของตนเองเลย
1.2 ด้านวิธีการ	3 (ดี)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรู้ในการ คิดและมีนักเรียนเพียง 1-2 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียน
	2 (พอใช้)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ถูกต้องไม่ เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรู้ในการ คิดและมีนักเรียนเพียง 3-5 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3-5% ของนักเรียน
	1 (ควรปรับปรุง)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ไม่ถูกต้องไม่ เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรู้ในการคิดของตนเองเลย

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1.3 ด้านผลงาน	3 (ดี)	- มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นอย่างถูกต้องครบถ้วน
	2 (พอใช้)	- มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง ยังไม่ครบถ้วน
	1 (ควรปรับปรุง)	- มีชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นยังไม่ถูกต้อง
2. ความคิดละเอียดลออ		
2.1 ด้านเนื้อหา	3 (ดี)	- บอกรายละเอียดเป็นขั้นตอนถี่ถ้วน สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- บอกรายละเอียดเป็นขั้นตอนชัดเจน
	1 (ควรปรับปรุง)	- บอกรายละเอียดค่อนข้างเป็นขั้นตอน แต่ไม่ชัดเจน
2.2 ด้านวิธีการ	3 (ดี)	- อธิบายให้เห็นภาพรายละเอียดสมบูรณ์ ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- อธิบายให้เห็นภาพรายละเอียดสมบูรณ์ แต่ไม่ชัดเจน
	1 (ควรปรับปรุง)	- อธิบายให้เห็นภาพไม่ค่อยมีรายละเอียดสมบูรณ์ แต่ชัดเจน
2.3 ด้านผลงาน	3 (ดี)	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ ชัดเจน คิดเป็น 80 % ขึ้นไป
	2 (พอใช้)	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์แต่ไม่ชัดเจน คิดเป็นช่วง 50 % - 79%
	1 (ควรปรับปรุง)	- มีชิ้นงานที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ แต่ไม่ชัดเจน คิดเป็นช่วง 40 % - 49%

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. ความคิดริเริ่ม		
3.1 ด้านเนื้อหา	3 (ดีมาก)	- เลือกใช้หลักการทางการแปลงทางเรขาคณิตได้อย่างเหมาะสม โดดเด่น ไม่เหมือนและมีนักเรียนเพียง 1-2 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียน
	2 (พอใช้)	- เลือกใช้หลักการทางการแปลงทางเรขาคณิตได้อย่างเหมาะสม ไม่เหมือนใคร และมีนักเรียนเพียง 3-5 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3-5% ของนักเรียน
	1 (ควรปรับปรุง)	- เลือกใช้หลักการทางการแปลงทางเรขาคณิตได้ไม่เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรอบรู้ในการคิดของตนเองเลย
3.2 ด้านวิธีการ	3 (ดี)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ถูกต้องไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรอบรู้ในการคิดและมีนักเรียนเพียง 1-2 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-3% ของนักเรียน
	2 (พอใช้)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ถูกต้องไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรอบรู้ในการคิดและมีนักเรียนเพียง 3-5 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3-5% ของนักเรียน
	1 (ควรปรับปรุง)	- คิดหาวิธีการสร้างผลงานได้ไม่ถูกต้องไม่เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรอบรู้ในการคิดของตนเองเลย
3.3 ด้านผลงาน	3 (ดี)	- สร้างผลงานได้ถูกต้องไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรอบรู้ในการคิดและมีนักเรียนเพียง 1-2 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียน
	2 (พอใช้)	- สร้างผลงานได้ถูกต้องไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรอบรู้ในการคิดและมีนักเรียนเพียง 3-4 คนที่ใช้วิธีนี้ หรือ 3-4% ของนักเรียน
	1 (ควรปรับปรุง)	- วิธีการสร้างผลงานได้ไม่ถูกต้องไม่เหมาะสม คัดลอกผลงานคนอื่น ซึ่งไม่ ใช้ความรอบรู้ในการคิดของตนเองเลย

เกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์แบบเกณฑ์ย่อยตามรายการประเมิน

ระดับคุณภาพ	คะแนน
ดี	3
พอใช้	2
ควรปรับปรุง	1

เกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์แบบองค์รวม

ระดับคุณภาพทักษะความคิดสร้างสรรค์	คะแนน
ดี	2.01 - 3.00
พอใช้	1.01 - 2.00
ควรปรับปรุง	0.00 - 1.00

แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ (สำหรับครู)

คำชี้แจง

แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นแบบประเมินสำหรับครูผู้สอน โดยประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดละเอียดลออ และด้านความคิดริเริ่ม เมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เล่มที่ 1 เรื่อง พื้นฐานการแปลงทางเรขาคณิต เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาน เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน เล่มที่ 4 เรื่อง การหมุน และชุดที่ 5 เรื่อง การนำไปประยุกต์ใช้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องแต่ละรายการประเมิน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

ระดับคุณภาพ	คะแนน
ดี	3
พอใช้	2
ควรปรับปรุง	1

[illegible]

2. ด้านความคิดละเอียดลออ

[illegible]

3. ด้านความคิดริเริ่ม

[illegible]





[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

