

รายงานการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

นายเมธาสิทธิ์ ธีบุญตันศรีสกุล
ครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9
กระทรวงศึกษาธิการ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP 2) เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการวัดผลก่อนและหลัง (One - Group Pretest - Posttest Design) ผสมผสานกับรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design) โดยมีนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 34 คน เป็นกลุ่มที่ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
- 2) ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีการพัฒนาจากระดับดี ($\bar{X} = 7.68$, S.D. = 2.10) เป็นระดับดีมาก ($\bar{X} = 10.44$, S.D. = 1.26)
- 3) ระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์, บทเรียนปฏิบัติการ GSP, นักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

Abstract

The purpose of this research were 1) to compare student's mathematics reasoning skills before and after studying by GSP laboratory lessons in geometric explorer topic 2) to study the development of student's mathematics reasoning skills between studying by GSP laboratory lessons in geometric explorer topic and 3) to study the student's satisfaction of the GSP laboratory lessons. The samples of this research were 34 students of mattayomsuksa1 who studying in mathematical and Science genius program in the second semester of the academic year 2013 at Rachineeburana School, Nakornpathom province. The research instruments were the mathematics learning plans, GSP laboratory lessons, mathematics reasoning skills test and questionnaire of student's satisfaction survey. The research design was mixed method with one - group Pretest – Posttest Design and Times Series Design. Frequency, Percentage, Average, standard deviation and T – test were used to analyze data.

The results of research were as follows: 1) the student's mathematics reasoning skills on studying by GSP laboratory lessons in geometric explorer topic was higher than before with statistical significant 0.01 level 2) the development of student's mathematics reasoning skills between studying by GSP laboratory lessons in geometric explorer topic develop from high level ($\bar{X} = 7.68$, S.D. = 2.10) to the highest level ($\bar{X} = 10.44$, S.D. = 1.26) and 3) the student's satisfaction of the GSP laboratory lessons in geometric explorer topic was a high level.

Keyword: mathematics reasoning skills, GSP laboratory lessons, Students in Mathematical genius program

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล และอาจารย์ ดร. พินดา วราสุนันท์ ผู้ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและการวิจัยทางศึกษาศาสตร์ให้กับผู้วิจัย จนผู้วิจัยเกิดความรู้ความสามารถและมองเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำวิจัยครั้งนี้จนประสบผลสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สืบสกุล อยู่เย็นยง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ เป็นอย่างสูง ที่ได้มอบโอกาสให้ผู้วิจัยในการนำเสนอแนวคิดในการวิจัยตลอดจนความกรุณาในการอบรมสั่งสอน ให้ความรู้ในรายวิชาการวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษาให้กับผู้วิจัยทำให้ผู้วิจัยเห็นคุณค่าที่แท้จริงของการวิจัยมากขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์สุภาวดี ชูราสี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์เกศินี หมี่ทอง และอาจารย์สุรัตน์นาพร ศักดิ์อุดมทรัพย์ เป็นอย่างยิ่งสำหรับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอบคุณในน้ำใจและความเป็นห่วงเป็นใย ตลอดระยะเวลา 5 ปี ที่ศึกษาในระดับปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต

ขอขอบคุณคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐมทุกท่าน ที่ได้มอบโอกาสให้ผู้วิจัยได้ทำการสอนนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อร่วมสาขาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ศึกษา รุ่น 1 ทุกคน สำหรับความรักความผูกพันและกำลังใจที่มอบให้กันและกันตลอดมา ซึ่งแม้ในขณะนี้ความรักและความห่วงใยของคุณคนก็ยังเป็นกำลังสำคัญในการทำงานให้กับผู้วิจัยอยู่เสมอ

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ทุกคน สำหรับความรู้และประสบการณ์ทางด้านการสอนคณิตศาสตร์และการวิจัยที่ได้มอบให้ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางในการทำวิจัยที่หลากหลายมากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้มอบชีวิตและสติปัญญาให้กับผู้วิจัย และทุ่มเทแรงกายแรงใจเลี้ยงดูผู้วิจัยด้วยความรักเสมอมา และขอขอบคุณญาติพี่น้องของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุน ส่งเสริมผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา

นายเมธาสิทธิ์ ธีญรัตนศรีสกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
คำถามการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
รูปแบบการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ทฤษฎีการเรียนรู้และหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง.....	8
ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล.....	8
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	10
ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์.....	12
ลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในวัยมัธยมศึกษาตอนต้น.....	13
ทฤษฎีการตื่นตัว.....	16
ทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของแมคเคลแลนด์.....	18
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์.....	19
ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์.....	20
ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย.....	21

	หน้า
บทที่ 2	
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	22
ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์.....	23
บทเรียนปฏิบัติการ.....	24
ความหมายของบทเรียนปฏิบัติการ.....	24
ประโยชน์ของบทเรียนปฏิบัติการ.....	25
องค์ประกอบของบทเรียนปฏิบัติการ.....	26
การสร้างและพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการ.....	27
โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad).....	28
ความเป็นมาของโปรแกรม GSP.....	28
ความสามารถของโปรแกรม GSP.....	29
การนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	30
หลักการสอนคณิตศาสตร์.....	31
ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์.....	32
ประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์.....	33
หลักการสอนคณิตศาสตร์.....	33
สื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	36
แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	38
ความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มี	
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	38
ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	43
ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	44
การค้นหานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	46
หลักในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถ	
พิเศษทางคณิตศาสตร์.....	46
การจัดโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	
ทางคณิตศาสตร์.....	47
ลักษณะของครูคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	
ทางคณิตศาสตร์.....	52

	หน้า
บทที่ 2	
ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	53
ความหมายของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	53
องค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	54
ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	54
การวัดและประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	56
ความพึงพอใจ.....	57
ความหมายของความพึงพอใจ.....	57
การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
งานวิจัยในประเทศ.....	59
งานวิจัยต่างประเทศ.....	60
บทที่ 3	
วิธีดำเนินการวิจัย.....	62
การดำเนินการวิจัย.....	62
ระเบียบวิธีการวิจัย.....	63
กลุ่มที่ศึกษา.....	64
ตัวแปรที่ศึกษา.....	64
ระยะเวลาในการวิจัย.....	64
แบบแผนการทดลอง.....	64
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	66
แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ.....	66
บทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	67
แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	69
แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
บทที่ 4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง	
การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์	

	หน้า
บทที่ 4	
และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วย บทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	75
ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจ ทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียน ปฏิบัติการ GSP.....	76
ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนด้วย บทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	83
สรุปผลการวิจัย.....	83
อภิปรายผลการวิจัย.....	84
ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย.....	88
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	89
บรรณานุกรม	90
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	97
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาของเครื่องมือ วิจัยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	99
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย.....	108
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	117
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	163
ประวัติย่อผู้วิจัย	183

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	56
2 รูปแบบการทดลองสำหรับการวิจัย.....	64
3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	76
4 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	76
5 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	77
6 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	78
7 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของข้อสรุป ในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	79
8 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการ เลือกใช้ ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	80
9 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP.....	81
10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	109
11 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	110
12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	111
13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	112
14 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบทดสอบทักษะการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	113
15 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับเกณฑ์การประเมินทักษะ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	114
16 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต.....	115
17 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบสอบถาม ความพึงพอใจ.....	116

ตารางที่		หน้า
18	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	164
19	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำแนกตาม รายด้าน.....	166
20	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1...	168
21	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2 ..	170
22	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3..	172
23	ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน.....	174
24	ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	176
25	ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	176
26	ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	177
27	ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ).....	178
28	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป....	179
29	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_1	179
30	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_2	179
31	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_3	179
32	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_4	180
33	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_5	180
34	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_6	180
35	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_7	180
36	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_8	181

ตารางที่		หน้า
37	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_9	181
38	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_{10}	181
39	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_{11}	181
40	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_{11} (ต่อ).....	182
41	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_{12}	182
42	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับตัวแปร X_{13}	182

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
1 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	77
2 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	78
3 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	79
4 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุปในระหว่างจัดการเรียนรู้.....	79
5 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างจัดการเรียนรู้..	80

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

การศึกษานับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพของคนในประเทศ เพราะรากฐานของชาติ คือ คน รากฐานของคน คือ การศึกษา คนที่มีคุณภาพจะช่วยสร้างความเจริญที่ยั่งยืนในอนาคตได้ การเตรียมคนที่มีคุณภาพเพื่อเป็นผู้นำด้านต่างๆ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ ที่จะนำพาชาติให้เจริญก้าวหน้า การปรับโครงสร้างทางการศึกษา การปฏิรูปการศึกษา ต้องทำอย่างจริงจังและจริงใจ ต้องร่วมมือกันเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางการศึกษา การฝึกฝนคนที่มีสติปัญญาให้ได้เป็นผู้นำในการแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นผู้ดำเนินการสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ ๆ อันเป็นกำลังสำคัญในการบริหารและพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า (โกวิทย์ วรพัฒน์, 2535)

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะ ดังนั้นการทำโจทย์คณิตศาสตร์จะช่วยให้เก่งคณิตศาสตร์ได้ ปัจจุบันคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของศาสตร์อื่น ๆ อีกหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

การให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงาน และการดำรงชีวิต นอกจากนี้ การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าสอน

แบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

เรขาคณิต (Geometric) เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีประวัติความเป็นมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณและถูกพัฒนาขึ้นใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องจวบจนปัจจุบันนี้ (สิริพร ทิพย์คง, 2546) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ใช้กันในปัจจุบันนี้ก็ยังให้ความสำคัญกับวิชาเรขาคณิต เห็นได้จากการที่หลักสูตรได้กำหนดให้เรขาคณิตเป็นสาระที่ 3 ใน 6 สาระได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเกิดความคิดรวบยอดหรือมโนคติที่ถูกต้องทางเรขาคณิตนั้นเป็นเรื่องสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น ผู้สอนจึงควรเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจพื้นฐานให้กับผู้เรียน อันได้แก่ พื้นฐานในเรื่องของสัจพจน์ นิยาม อนิยาม และทฤษฎีบท นอกจากนั้นแล้วควรสร้างเสริมทักษะในการสังเกต สร้างข้อความคาดการณ์และทักษะการพิสูจน์ให้กับผู้เรียนควบคู่กันไปอีกด้วย

บทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lessons) เป็นสื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาประเภทหนึ่งซึ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน เน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยนักเรียนจะได้เรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติจริง ได้รับประสบการณ์จริง เกิดทักษะในการสังเกต เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการต่างๆ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิด เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้สื่อบทเรียนปฏิบัติการจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือมโนคติ (Concept) ที่ถูกต้องในเรื่องนั้น (วิมล อยู่พิพัฒน์, 2551) ดังที่วัฒนศิริ ชมหนู (2548) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนปฏิบัติการ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เป็นโปรแกรมสำรวจเรขาคณิตพลวัต โปรแกรมหนึ่ง ซึ่งครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากโปรแกรม GSP สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวประกอบการอธิบายเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น (วิมล อยู่พิพัฒน์, 2551) นอกจากนั้น โปรแกรม GSP ยังสามารถแสดงการทดลองทาง

คณิตศาสตร์ให้เห็นจริง ทำให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สนุกสนานและไม่น่าเบื่ออีกด้วย (เสรี สุขโยธิน, 2556) ดังที่ วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอน

รายวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต เป็นรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดสอนในภาคเรียนที่ 2 ของทุกปีการศึกษา ทำการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Smart Class) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ความมุ่งหมายของรายวิชากิจกรรมเชิงเรขาคณิตนี้ คือการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักการสังเกตและสร้างข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิตโดยใช้กระบวนการสังเกต สืบเสาะและคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ โดยปกติแล้วผู้วิจัยในฐานะผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงและดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ แต่เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาและประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แล้วพบว่าเมื่อนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้ว นักเรียนไม่ได้นำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัตินั้นไปใช้ในเกิดประโยชน์หรือพัฒนาทักษะด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลำดับขั้นในการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) พบว่านักเรียนมีระดับขั้นทางพุทธิพิสัยอยู่ในระดับความเข้าใจ แต่ด้วยความสามารถของนักเรียนซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถที่จะพัฒนาความรู้ความสามารถไปถึงระดับขั้นที่สูงกว่านี้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนที่เรียนในรายวิชานี้ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 มาตราที่ 24 ที่กล่าวว่า ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา, 2553)

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้เพื่อให้เกิดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิตที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาการทางด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อันเป็นความมุ่งหมายหลักที่สำคัญของรายวิชานี้แล้ว ยังเป็นการสนองต่อพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 อีกด้วย

คำถามการวิจัย

บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นได้หรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP
2. เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีการพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับ
3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP ในทุกรายการอยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนห้องเรียนความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จะได้รับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตเนื้อหาโดยกลุ่มที่ศึกษาจะได้รับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางเรขาคณิต ได้แก่ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และการสำรวจจุดเซนทรอยด์ (Centroid)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series) และรูปแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลัง (One – Group Pretest – Posttest Design) มาพัฒนาให้เหมาะสมกับการวิจัย (ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกุล, 2555)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียน หมายถึง นักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเรียนในรายวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต

2. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ในการ

รวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แจกแจงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ประกอบด้วยความสามารถใน 4 ด้าน คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ความสามารถในการตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุป ความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

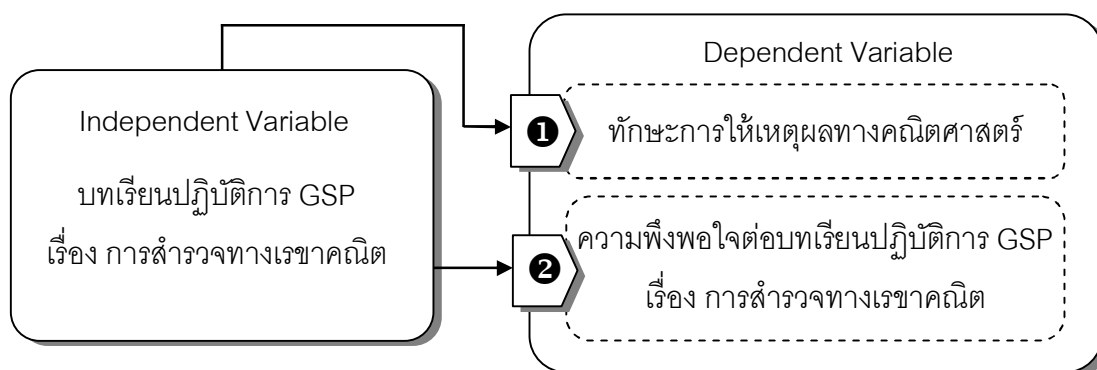
3. บทเรียนปฏิบัติการ GSP หมายถึง บทเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการสร้างข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิต สำรวจและยืนยันข้อความคาดการณ์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 1 เล่ม ประกอบด้วยกิจกรรมเรขาคณิต จำนวน 4 กิจกรรม ได้แก่ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และการสำรวจจุดเซนทรอยด์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
2. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เกิดแนวทางในการพัฒนาสื่อและนวัตกรรมทางการศึกษา เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

แผนภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งนี้ เพื่อให้การวิจัยเกิดประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้และหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล
 - 1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย
 - 1.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์
 - 1.4 ลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในวัยมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 1.5 ทฤษฎีการตื่นตัว
 - 1.6 ทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของแมคเคลแลนด์
 - 1.7 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์
 - 1.8 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์
 - 1.9 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่
 - 1.10 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.11 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์
2. บทเรียนปฏิบัติการ
 - 2.1 ความหมายของบทเรียนปฏิบัติการ
 - 2.2 ลักษณะของบทเรียนปฏิบัติการ
 - 2.3 องค์ประกอบของบทเรียนปฏิบัติการ
 - 2.4 การสร้างและพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการ
3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
 - 3.1 ความเป็นมาของโปรแกรม GSP
 - 3.2 ความสามารถของโปรแกรม GSP
 - 3.3 การนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

4. หลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 4.1 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.2 ประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 4.4 สื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์
5. แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 การค้นหานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 หลักการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 5.5 การจัดโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์
 - 5.6 ลักษณะของครูคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
6. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.2 องค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.3 การวัดและประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
7. ความพึงพอใจ
 - 7.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 7.2 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ทฤษฎีการเรียนรู้และหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

1.1.1 หลักการและแนวคิดของทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูล เป็นทฤษฎีที่อยู่ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) สนใจศึกษาวิธีเรียนรู้ วิธีคิดของมนุษย์ หรือการทำงานของสมองนั่นเองซึ่งนักพุทธินิยมมองเห็นสมองของมนุษย์ทำงานเช่นเดียวกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอน นำข้อมูลเข้า (Input) ประมวลผล (Process) มีการเข้ารหัส Encoding)

เข้าสู่ระบบจัดเก็บข้อมูล (Storage system) มีผลลัพธ์ (Output) เป็นต้น ซึ่งการศึกษาทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูลทำให้ทราบกระบวนการทำงานของสมองตั้งแต่การรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมผ่านประสาทสัมผัสเข้าไป ข้อมูลไปอยู่ที่ไหน ถูกเลือกเก็บไว้หรือทิ้งไปอย่างไร ข้อมูลที่ถูกเลือกเก็บไว้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงเก็บไว้ได้นาน เมื่อต้องการนำข้อมูลนั้นออกมาใช้ มีวิธีการอย่างไร และการเรียนรู้เกิดขึ้นตอนไหน การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นหัวใจสำคัญของทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูล ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์พุทธินิยม มองเห็นว่า การคิดเป็นกระบวนการของการทำความเข้าใจสรรพสิ่งหรือข้อมูล ความรู้แต่ละขั้น หรือข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมจะเข้าไปสู่สมองทางประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่ง หรือหลายทาง เช่น เข้าไปทางหู เป็นการได้ยินเสียงหรือทางตาด้วยการอ่าน ประสาทสัมผัสใช้เวลาไม่ถึง 1 วินาทีในการรับข้อมูลใหม่ และในทันทีถ้าเราให้ความสนใจ สมองจะเลือกข้อมูลนั้นให้เข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะสั้น (Short – term Memory) แต่หน่วยความจำระยะสั้นสามารถรับข้อมูลได้จำนวนจำกัดและเก็บไว้ได้เพียง 2 – 3 วินาทีเท่านั้น ดังนั้นถ้าหากข้อมูลมีจำนวนมากเกินไป หรือแปลกไปจากประสบการณ์ที่มีหรือไม่ได้รับความสนใจเพียงพอ สมองก็จะทิ้งข้อมูลนั้นไป ข้อมูลใหม่ที่ผ่านเข้าไปในหน่วยความจำระยะสั้น อาจเป็นความคิด ข้อเท็จจริง หรือทักษะ จะมีเวลาอยู่ที่นั่นไม่ถึง 10 วินาที จะถูกสมองสั่งการว่าจะให้เข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวหรือทำให้ทิ้งไป ขึ้นอยู่กับข้อมูลใหม่นั้นถูกจัดระเบียบ และมีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยรู้มาก่อน เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและมีประโยชน์หรือไม่ ถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีลักษณะดังกล่าวก็จะถูกทิ้งไปทันที การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลใหม่เข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวในลักษณะที่พร้อมจะถูกดึงออกมาเมื่อต้องการกระบวนการเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำระยะยาวเป็นวิธีเดียวกับที่คอมพิวเตอร์ใช้คำสั่ง Save ความคิดพื้นฐานในการใช้ทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูล ตามทัศนะของนักจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยม มีดังต่อไปนี้ (สรวงศ์ คุ้มตระกูล, 2552)

1. ในการเรียนรู้สิ่งใดก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้และขั้นตอนของการเรียนรู้ได้

2. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียน ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งหมายความว่า นอกจากผู้เรียนจะเพิ่มจำนวนของสิ่งที่เรียนรู้ ผู้เรียนจะสามารถเรียบเรียงและรวบรวมให้เป็นระเบียบ เพื่อที่จะเรียกใช้ในเวลาที่ต้องการได้

1.1.2 หลักการจัดการเรียนรู้ด้วยทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูล

ทิตินา แชมมณี (2552) กล่าวว่าทฤษฎีกระบวนการประมวลผลข้อมูล เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนหลายประการดังนี้

1. เนื่องจากการรู้จัก (Recognition) มีผลต่อการรับรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง หากเรารู้จักสิ่งนั้นมาก่อน เราก็มักเลือกรับรู้สิ่งนั้นและนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำต่อไป การที่บุคคลจะรู้จักสิ่งใดก็ย่อมหมายความว่าบุคคล รู้หรือเคยมีประสบการณ์กับสิ่งนั้นมาก่อน ดังนั้นการนำเสนอสิ่งเร้าที่ผู้เรียนรู้จักหรือมีข้อมูลอยู่แล้ว จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนหันมาใส่ใจและรับรู้สิ่งนั้น ซึ่งผู้สอนสามารถเชื่อมโยงไปถึงสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นได้

2. เนื่องจากความใส่ใจ (Attention) เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการรับรู้ข้อมูลเข้ามาไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน จึงควรจัดสิ่งเร้าในการเรียนรู้ให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนใส่ใจและรับรู้สิ่งนั้น และนำไปเก็บไว้ในความจำระยะสั้นต่อไป

3. เนื่องจากข้อมูลที่ผ่านมาการรับรู้แล้ว จะถูกนำไปเก็บไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งจะอยู่เพียง 15 – 30 วินาทีเท่านั้น ดังนั้น หากต้องการที่จะทำสิ่งนั้นนานกว่านี้ ก็จำเป็นต้องใช้วิธีการต่างๆ ช่วย เช่น การท่องซ้ำหลายๆ ครั้ง หรือการจัดสิ่งที่ย้ำให้เป็นหมวดหมู่ ง่ายแก่การจำ เป็นต้น

4. หากต้องการจะให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระใดๆ ได้เป็นเวลานาน สาระนั้นจะต้องได้รับการเข้ารหัส เพื่อนำไปเข้าหน่วยความจำระยะยาว วิธีการเข้ารหัสทำได้หลายวิธี เช่น การท่องจำซ้ำๆ การทบทวน หรือการใช้กระบวนการขยายความคิด ซึ่งได้แก่ การเรียบเรียง ผสมผสาน ขยายความและการสัมพันธ์ความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5. ข้อมูลที่ถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะสั้นหรือระยะยาวแล้ว สามารถเรียกออกใช้งานได้โดยผ่าน Effectors ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นพฤติกรรมทางวาจาหรือการกระทำ ซึ่งทำให้บุคคลแสดงความคิดภายในออกมาเป็นพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ การที่บุคคลไม่สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่เก็บไว้ได้อาจเป็นเพราะไม่สามารถเรียกข้อมูลให้ขึ้นถึงระดับจิตสำนึกได้ (Conscious Level) หรือเกิดการลืมขึ้น

6. เนื่องจากกระบวนการต่างๆ ของสมองได้รับการควบคุมโดยหน่วยบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง (Executive Control of information Processing) ซึ่งเปรียบเทียบกับโปรแกรมสั่งงาน ซึ่งเป็น “Software” ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้น การที่ผู้เรียนรู้ตัวและรู้จักการบริหารควบคุมกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิดของตนก็จะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถสั่งงานให้สมองกระทำการต่างๆ อันจะทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ได้

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

1.2.1 หลักการและแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel David, 1963 อ้างถึงในสุรางค์ คุ้มตระกูล, 2552) กล่าวว่า ผู้เรียนเรียนรู้ข้อมูลข่าวสารด้วยการรับหรือด้วยการค้นพบและวิธีที่เรียนอาจเป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างมีความหมายหรือเป็นการเรียนรู้โดยการท่องจำแบบไม่คิด ออซูเบล จึงแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful Reception Learning)
2. การเรียนรู้โดยการรับแบบท่องจำโดยไม่ต้องคิด (Rote Reception Learning)
3. การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย (Meaningful Discovery Learning)
4. การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำโดยไม่คิด (Rote Discovery Learning)

นอกจากนี้ออซูเบลยังได้กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

1. สิ่ง (Materials) ที่จะต้องเรียนรู้จะต้องมีความหมาย ซึ่งหมายความว่าจะต้องเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วและเก็บไว้ในโครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognition Structure)
2. ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์และมีความคิดที่จะเชื่อมโยงหรือจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้หรือสิ่งที่เรียนรู้เก่า
3. ความตั้งใจของผู้เรียนและการที่ผู้เรียนมีความรู้ – คิดที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่อยู่ในความทรงจำแล้ว

ออซูเบลได้แบ่งการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมายออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Subordinate Learning เป็นการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมายโดยการใช้การเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
2. Superordinate learning เป็นการเรียนรู้โดยใช้วิธีการอนุมาน ผู้เรียนอาจจะจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุมความคิดรวบยอดที่เรียนใหม่
3. Combinatorial Learning การเรียนรู้ประเภทนี้หมายถึงการเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆเชิงผสมในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์โดยการให้เหตุผล หรือจากการสังเกต

Advance Organizers เป็นเทคนิคที่ออซูเบลได้แนะนำเป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้อย่างมีความหมายและช่วยความจำ ออซูเบลและผู้ร่วมงานพบว่าในการสอนโดยใช้วิธีบรรยาย ถ้าผู้สอนใช้วิธี Advance Organizers จะได้ผลดี คือผู้เรียนจะเข้าใจบทเรียนที่สอนและมีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย หลักทั่วไปของ Advance Organizers ก็คือการจัด เรียงเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ หรือให้หลักการกว้างๆ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนความรู้

ใหม่ หรือแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวที่สำคัญๆ หากมีความคิดรวบยอดใหม่ที่สำคัญเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่ก็ควรจะอธิบาย ให้ผู้เรียนทราบก่อนที่จะสอนหน่วยเรียนใหม่นั้น

1.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์

ทิสนา แชมมณี (2552) ได้กล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) ไว้ว่า ธอร์นไดค์เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้จะไม่นคงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

3. กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อยๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจเกิดการลืมขึ้นได้

4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมมีความต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้น การได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ ควรปฏิบัติดังนี้

1. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนแบบลองผิดลองถูกบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จดจำการเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

2. การสำรวจความพร้อม หรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนการสอนบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน การเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสู่ความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่

3. หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในเรื่องใด จะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง แล้วฝึกฝนโดยให้กระทำสิ่งนั้นบ่อยๆ แต่ควรระวังอย่าให้ถึงกับนานจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

4. เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกการนำการเรียนรู้ไปใช้บ่อยๆ

5. การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนเองพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ผู้เรียนพึงพอใจจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

1.4 ลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในวัยมัธยมศึกษาตอนต้น

1.4.1 พัฒนาการทางด้านร่างกาย

สจวร์ต ไคว้ตระกูล (2552) และ เต็มศักดิ์ คทวณิช (2546) ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางด้านร่างกายของเด็กวัยมัธยมศึกษาหรือวัยรุ่น โดยกล่าวว่าพัฒนาการทางด้านร่างกายของเด็กวัยนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว จนทำให้เด็กวัยรุ่นเองตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงและมีความวิตกกังวล ดังนั้น ทั้งผู้ปกครองและครูควรจะต้องเตรียมให้เด็กได้เข้าสู่ช่วงวัยรุ่นอย่างราบรื่น โดยการอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย โดยเฉพาะความแตกต่างระหว่างบุคคลและให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร อุดมโภชนาการของเด็กขึ้นอยู่กับรับรู้ว่าเป็นคนสวยหรือไม่สวย มีรูปร่างดีหรือไม่ดี พัฒนาการทางด้านร่างกายของเด็กวัยนี้มีดังนี้

1. วัยรุ่นจะเริ่มต้นมีการเจริญเติบโตทางด้านร่างกาย มีการเปลี่ยนแปลงทางความสูงและน้ำหนักอย่างรวดเร็วมาก (Growth Spurt) การเปลี่ยนนี้将有ความแตกต่างระหว่างเพศ เด็กหญิงจะเริ่มเมื่ออายุระหว่าง 8 – 10 ปี หรืออายุเฉลี่ยประมาณ 11 ปี ซึ่งเร็วกว่าเด็กชายประมาณ 2 ปี การเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอย่างรวดเร็วของเด็กชายจะเริ่มราวๆอายุ 10 – 16 ปี หรืออายุเฉลี่ยประมาณ 13 ปี

2. การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะสืบพันธุ์ จะเริ่มในวัยแรกรุ่น (Puberty) เนื่องจากฮอร์โมนเกี่ยวกับการเจริญเติบโตที่ต่อมพิทูอิทารี (Pituitary Gland) หรือต่อมใต้สมอง เด็กหญิงจะมีการเปลี่ยนแปลงของรังไข่และมีการตกไข่ (Ovulation) และมีการเพิ่มของฮอร์โมนที่เรียกว่า เอสโตรเจนส์ (Estrogens) ในสายเลือด สำหรับเด็กชายจะมีการเพิ่มขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์ และมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการเพิ่มฮอร์โมนของผู้ชายที่เรียกว่า แอนโดรเจนส์ (Androgens)

3. การเปลี่ยนแปลงทุติยภูมิทางเพศ จะปรากฏเป็นระยะการแตกเนื้อหนุ่มสาว เด็กหญิงจะมีการเพิ่มขนาดของหน้าอก สะโพก มีรูปร่างอวบขึ้นและมีเอว เด็กชายจะมีไหล่กว้างขึ้น

มีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง การเปลี่ยนของเสียง จะเห็นได้ชัดในเด็กชาย คือ เสียงห้าวและแปร่ง ทั้งเด็กชายและเด็กหญิงจะมีเสียงขึ้นและมีขนขึ้นตามอวัยวะต่างๆ

4. อัตราการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆของร่างกาย อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน เช่น เด็กบางคนจะมรการเปลี่ยนแปลงขนาดของเท้า ทั้งยาวและใหญ่ขึ้น แต่ส่วนอื่นของร่างกายยังไม่มี การเปลี่ยนแปลง บางคนจะรู้สึกว่แขนขายาวขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ไหล่ยังคงเดิม เด็กวัยรุ่นมักจะมี ความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย และมักรู้สึกตัวอยู่เสมอว่าร่างกายของตน กำลังเปลี่ยนแปลง และคิดว่าคนอื่นจะคิดอย่างไรเกี่ยวกับรูปร่างของตน เด็กวัยรุ่นบางคนไม่มีความพึงพอใจกับรูปร่างลักษณะของตน เช่น อยากเตี้ยลงหรืออยากสูงขึ้น เป็นต้น

5. เด็กหญิงจะมีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอย่างรวดเร็วที่สุดประมาณอายุ 12 ปี ส่วนเด็กชายจะมีระยะสุดยอดของการเจริญเติบโตราวๆ 14 ปี หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะเริ่ม ช้าลง แต่ทั้งชายและหญิงจะยังคงเจริญเติบโตต่อไป ทั้งทางด้านความสูงและน้ำหนัก เด็กชาย ส่วนมากจะหยุดการเจริญเติบโตราวอายุ 21 ปี แต่บางคนก็ยังคงเปลี่ยนแปลง โตได้ไม่หยุดจนถึง อายุ 25 ปี สำหรับเด็กหญิงจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อราวๆอายุ 17 ปี แต่บางคนก็ยังคง เจริญเติบโตต่อไปจนถึงอายุ 21 ปี สำหรับเด็กหญิงที่มีร่างกายเจริญเติบโตช้าตอนวันแรกเริ่ม จะไม่ มีปัญหาในการปรับตัว ส่วนเด็กชายหากร่างกายเจริญเติบโตช้าจะมีปัญหาในการปรับตัวและ มักจะเข้ากับเพื่อนรุ่นราวคราวเดียวกันไม่ได้และรู้สึกว่ตนเองมีปมด้อยจนทำให้เกิดพฤติกรรม ที่ต้องการเรียกร้องความสนใจจากผู้อื่น ส่วนเด็กชายที่มีความเจริญเติบโตเร็วกว่เพื่อนๆ จะเป็น ผู้ที่ปรับตัวได้ดี เป็นที่ยอมรับของเพื่อนฝูง และมักจะเป็นผู้นำ มีความเชื่อมั่นในตนเองและมี พฤติกรรมเป็นผู้ใหญ่ เด็กหญิงที่มีอัตราการเจริญเติบโตของร่างกายเร็วกว่เพื่อนๆ และอยู่ชั้น ต่ำกว่า ป. 6 จะเป็นผู้ที่มีปัญหาในการปรับตัว แต่ถ้าเด็กหญิงที่มีการเจริญเติบโตเร็วแต่เรียนอยู่ ในชั้น ป. 6 หรือ ม. 1 จะไม่มีปัญหาในการปรับตัว ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโต และบุคลิกภาพของเด็กจะต้องพิจารณาถึงระดับการศึกษาควบคู่ไปด้วย

1.4.2 พัฒนาการทางเชาว์ปัญญา

สุรางค์ ไคว่ตระกูล (2552) และ เต็มศักดิ์ คทวณิช (2546) ได้กล่าวว่า เด็กวัยรุ่น สามารถที่จะคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ เด็กวัยนี้จึงมีความสนใจในปรัชญาชีวิต ศาสนา สามารถ ที่จะใช้เหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจ สามารถคิดให้เหตุผลได้ทั้งอุปมาและอนุมาน มีหลักการ และเหตุผลของตนเองเกี่ยวกับความยุติธรรม ความเสมอภาคและมนุษยธรรม การสอนเด็กวัยรุ่น จึงควรจะทำท่ายให้เด็กรู้จักคิด

1.4.3 พัฒนาการทางบุคลิกภาพ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2552) และ เต็มศักดิ์ คทวณิช (2546) ได้กล่าวว่า เด็กวัยรุ่นเป็นวัยที่สนใจในตนเอง อยากรู้ว่าตนเองคือใคร ซึ่งเป็นคำถามที่ตอบได้ยาก เด็กวัยรุ่นจะต้องมีความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย ยอมรับและจะต้องมีความเข้าใจบทบาทของตนในสังคม ความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ถ้าเด็กวัยรุ่นสามารถที่จะตอบคำถามว่าตนเองคือใคร ก็จะไม่มีปัญหาในการปรับตัว จะมีความคิดเป็นของตนเองและไม่ตามอย่างเพื่อนในทางที่ผิด นอกจากนี้จะมีจุดประสงค์ของชีวิตที่แน่นอนเกี่ยวกับอาชีพ ดังนั้น ผู้ใหญ่ควรจะพยายามใช้เหตุผลและเป็นที่ปรึกษาของเด็กวัยรุ่น เป็นผู้ฟังที่ดี ยอมรับฟังเหตุผล ไม่บังคับเด็กวัยรุ่นจนเกินไป ข้อสำคัญที่สุดจะต้องพยายามเปลี่ยนทัศนคติทางลบที่มีต่อเยาวชนวัยรุ่น และเป็นตัวแบบที่ดีทั้งทางด้านความประพฤติ มาตรฐานจริยธรรมและค่านิยม การให้เด็กวัยรุ่นได้อ่านชีวประวัติของบุคคลตัวอย่างทั้งในประวัติศาสตร์และปัจจุบันจะเป็นการช่วยให้เด็กวัยรุ่นได้มีการพิจารณาถึงค่านิยม อุดมคติและปรัชญาของชีวิตโดยทั่วไป ข้อสำคัญที่สุดผู้ใหญ่ทั้งครูและผู้ปกครองควรจะเป็นผู้ที่วัยรุ่นสามารถปรึกษาปัญหาได้

1.4.4 พัฒนาการด้านอารมณ์และสังคม

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2552) และ เต็มศักดิ์ คทวณิช (2546) ได้กล่าวว่า อารมณ์ของวัยรุ่นค่อนข้างจะรุนแรงและเปลี่ยนแปลงง่าย ความตึงเครียดของอารมณ์เด็กวัยรุ่นบางครั้งเนื่องมาจากการปรับตัวเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย ความไม่ชอบหรือไม่พอใจในการเปลี่ยนแปลง พัฒนาการทางอารมณ์ของวัยรุ่นมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางด้านร่างกาย ถ้าเด็กวัยรุ่นมีวุฒิภาวะเกี่ยวกับพัฒนาการทางร่างกายเร็ว จะช่วยพัฒนาการทางอารมณ์และสังคมให้เร็วขึ้นด้วย และเนื่องจากวัยรุ่นเป็นวัยที่ค่อนข้างจะเอาตัวเองเป็นศูนย์กลางเหมือนวัยรุ่นอนุบาล แต่แตกต่างกันโดยที่วัยรุ่นอนุบาลไม่ได้คำนึงถึงว่าคนอื่นจะคิดอย่างไร ส่วนวัยรุ่นมักจะเป็นห่วงว่าคนอื่นจะคิดอย่างไรโดยเฉพาะเพื่อนร่วมวัย เด็กวัยรุ่นที่มีปัญหาเกี่ยวกับการปรับตัว มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพจิต คือ มักจะมีความรู้สึกซึมเศร้า (Depression) วัยรุ่นหญิงจะมีปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึกซึมเศร้ามากกว่าวัยรุ่นชาย ความรู้สึกซึมเศร้าอาจจะเป็นเหตุให้เด็กวัยรุ่นมีปัญหาทางความประพฤติ เช่น ทดลองยาเสพติด และถ้ารุนแรงก็อาจจะถึงกับพยายามฆ่าตัวตาย เด็กในวัยนี้มีความต้องการที่จะมีความใกล้ชิดผูกพัน (Intimacy) กับเพื่อนวัยเดียวกัน ปกติแล้วจะเริ่มที่จะสนิทสนมกับเพื่อนเพศเดียวกันก่อน หลังจากนั้นจะมีความใกล้ชิดผูกพันกับเพื่อนต่างเพศ เพื่อนร่วมวัยมีความสำคัญต่อวัยรุ่นมาก วัยรุ่นมักจะคบเพื่อนที่มีความสนใจและมีค่านิยมร่วมกัน การคบเพื่อนของวัยรุ่นหญิงมักจะจริงจังและมีเพื่อนสนิทที่จะปรับทุกข์สุขกันได้

ส่วนวัยรุ่นชายจะเป็นเพื่อนที่ร่วมสนุก แต่มักจะไม่สนิทเหมือนวัยรุ่นหญิง นอกจากเด็กวัยรุ่นชาย และหญิงจะมีเพื่อนเพศเดียวกันแล้ว เด็กวัยรุ่นเริ่มสนใจที่จะมีเพื่อนต่างเพศ การคบเพื่อนต่างเพศ อาจจะมีหลายระดับ เช่น เป็นเพื่อนกันแบบคบเพื่อนเพศเดียวกัน หรืออาจจะชอบกันแบบคู่รัก และมีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างจะจริงจัง เด็กวัยรุ่นทั้งหญิงชายมีความต้องการที่จะทำอะไรทุกอย่าง เหมือนเพื่อนร่วมวัย ตั้งแต่การแต่งตัว ความประพฤติ การใช้ภาษา รวมทั้งความเชื่อและค่านิยม การคบเพื่อนสำหรับเด็กวัยนี้จึงมีความสำคัญมาก ผู้ปกครองควรจะพยายามที่จะให้คำแนะนำโดย ชี้แจงให้เด็กวัยนี้คิดว่าการคบเพื่อนที่ดีมีความสำคัญอย่างไร พร้อมทั้งอธิบายอันตรายของการ คบเพื่อนที่ไม่ดี ทางโรงเรียนควรจะส่งเสริมให้เด็กวัยนี้ได้ทำกิจกรรมร่วมกัน แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นและเรียนรู้บทบาทที่จะเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต

1.4.5 งานพัฒนาการของวัยรุ่น (อายุ 12 – 18 ปี)

ซูรังค์ ไคว์ตระกูล (2552) ได้กล่าวถึงงานพัฒนาการของวัยรุ่นไว้ดังนี้

1. สามารถสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมวัยทั้งเพศเดียวกันและต่างเพศได้อย่าง มีวุฒิภาวะหรือแบบผู้ใหญ่
2. สามารถที่จะแสดงบทบาททางสังคมได้เหมาะสมกับเพศของตน
3. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและสามารถปรับตัวได้
4. มีความอิสระทางด้านจิตใจและอารมณ์จากพ่อแม่และผู้ใหญ่ที่ใกล้ชิด
5. เลือกและเตรียมตัวที่จะเลือกอาชีพในอนาคต
6. เตรียมตัวเพื่อการแต่งงานและการมีครอบครัว
7. พัฒนาทักษะทางเชาวน์ปัญญาและความคิดรวบยอดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับ เป็นสมาชิกของชุมชนที่มีสมรรถภาพ

1.5 ทฤษฎีการตื่นตัว (An Arousal Theory)

ซูวิทช์ รัตนพลแสนย์ (2554) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการตื่นตัวไว้ว่า เป็นทฤษฎีแรงงูใจ ที่เกิดขึ้นในระยะหลังปี 1995 ทฤษฎีนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่าสมองของคนเรานั้น มีส่วนที่เรียกว่า RAS (Reticular Activating System) ซึ่งเป็นตัวกลางที่สามารถทำให้เกิดการ ตื่นตัวขึ้นโดยสิ่งเร้าต่างๆ ทั้งภายในและภายนอก เป็นการศึกษาที่ทำกับคนโดยตรงแทนที่ จะใช้สัตว์ ทฤษฎีนี้อธิบายว่า คนเรามีการตื่นตัวอยู่เสมอ จากระดับที่เฉื่อยชาที่สุดจนถึงระดับ ตื่นเต้นที่สุด ระดับของการตื่นตัวที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดนั้นคือระดับกลางๆ จะทำให้

การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากที่สุด การนำหลักของทฤษฎีนี้ไปใช้คือการหาวิธีที่จะกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่เสมอ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1. การที่จะกระตุ้นให้เด็กเกิดความตื่นตัวในบทเรียนที่ครูจะสอนนั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าที่มีความหมาย มีความแปลกใหม่และมีความเข้มข้น ซึ่งหมายถึงบทเรียน อุปกรณ์การสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

2. งานแต่ละชนิดมีระดับการตื่นตัวที่ดีที่สุด และแต่ละคนพยายามที่จะไปให้ถึงจุดนั้น เช่น ในขณะดูหนังสือ นักเรียนเกิดความเบื่อหรือง่วง แสดงว่าสิ่งเร้าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ นักเรียนจะทำอะไรบางอย่างเพื่อให้มีการตื่นตัว เช่น เปิดวิทยุฟัง ในอีกแง่หนึ่งถ้าหากว่ามีการตื่นตัวมากเกินไป เช่น กำรร้องเพลงผลสอบ นักเรียนจะรู้สึกว่ามี ความตึงเครียด จึงหาทางลดระดับความตึงเครียดนั้นลงด้วยการทำอะไรบางอย่าง เช่น บางคนอาจจะกัดเล็บ เคาะโต๊ะ เป็นต้น

3. แต่ละคนมีการหลับและการตื่นเป็นวงจร ซึ่งเป็นพฤติกรรมของทุกคน ถ้านักเรียนอยู่ในช่วงของการตื่นตัวและไม่มีสิ่งที่จะสนใจ เช่น บทเรียนอาจจะง่ายเกินไปไม่สนุก นักเรียนอาจจะเปลี่ยนความสนใจไปยังสิ่งเร้าอื่นๆ เช่น อาจแหย่เพื่อน หรือทำความรำคาญต่างๆ ให้ หรือบางครั้งในขณะที่สอนนักเรียนเกิดอาการง่วงขึ้นมา ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากบทเรียนไม่น่าสนใจหรืออากาศที่ร้อนอบอ้าวทำให้ร่างกายอ่อนเพลียได้ง่าย ครูจะต้องรู้จักวิธีกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกกระปรี้กระเปร่าขึ้น เช่น อาจจะเปลี่ยนพฤติกรรมการเล่นสักครู่ ให้นักเรียนลุกขึ้นยืน เดิน หรือออกไปล้างหน้า สำหรับเด็กเล็ก อาจให้ลุกขึ้นยืน กระโดด ร้องเพลงพร้อมกับปรบมือให้จังหวะไปด้วย กิจกรรมเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นนักเรียนได้เป็นอย่างดี

4. ระดับของการตื่นตัวมีทั้งสิ่งที่เป็นความพอใจและความไม่พึงพอใจ คือ มีความรู้สึกทางอารมณ์เป็นส่วนประกอบ ถ้าตื่นตัวมากเกินไปจะมีผลออกมาในทางลบ ฉะนั้นบทเรียนที่ยากเกินไปไม่มีผลดีแก่เด็ก การกระตุ้นให้เด็กเกิดความพึงพอใจในการเรียนนั้น บทเรียนจะต้องไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป นั่นคือ บทเรียนที่มีความยากง่ายเหมาะสม จะช่วยให้การตื่นตัวอยู่ในระดับกลาง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

การสอนบทเรียนใดๆ ก็ตาม สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง คือ อุปกรณ์การสอน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งเร้าที่มีประโยชน์ วิธีการที่จะทำให้อุปกรณ์การสอนเป็นสิ่งเร้าที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้นั้น มีเทคนิคดังนี้

1. การใช้สีสันทัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีแดง จะดึงดูดความสนใจได้มาก ในการเขียนแผนภูมิหรือบัตรคำนั้น สีแดงจะช่วยได้มากสำหรับคำหรือข้อความที่เราต้องการจะเน้น สำหรับสีเหลืองควรหลีกเลี่ยงใช้โดยเฉพาะกับเด็กเล็ก

2. เปลี่ยนสิ่งที่เราใจเสมอ จะทำให้เด็กตื่นตัวมากกว่าสิ่งที่เราที่อยู่คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
3. การใช้เสียง รู้จักการเพิ่มน้ำหนักของเสียงในการพูด การอธิบาย ตอนใดควรจะใช้เสียงเบาหรือเสียงดัง ซึ่งการใช้เสียงนี้ถือว่าเป็นสิ่งที่เราที่สำคัญ บทเรียนจะเร้าผู้เรียนได้แค่ไหน ขึ้นอยู่กับเสียงของครูผู้สอน
4. สิ่งเร้าที่เคลื่อนไหวได้ ย่อมมีคุณค่ากว่าสิ่งที่เร้าที่อยู่กับที่ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ถ้ามีการเคลื่อนไหวได้ จะทำให้เด็กเกิดความสนใจได้มาก เด็กจะตื่นตื้นตันสนุกสนาน สิ่งเร้ามันไม่จำเป็นต้องเคลื่อนไหวได้เอง แต่ครูสามารถเป็นผู้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ เช่น การใช้ตุ๊กตา หรือรูปต่างๆ ประกอบการเล่าเรื่อง
5. การสร้างสิ่งแวดล้อมที่แปลกใหม่ น่าพิศวง จะเป็นการกระตุ้นอย่างดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำเข้าสู่บทเรียน ถ้าครูพยายามหาวิธีการใหม่ๆ มาใช้ย่อมจะยั่วยู่ให้เกิดความสนใจได้มาก หรือในกรณีที่สอนมีกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแทรกเข้ามา จะเป็นการกระตุ้นเด็กได้อย่างดีที่สุด

1.6 ทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory)

แมคเคลแลนด์ (McClelland) มีความเชื่อว่าความต้องการของคนเป็นผลมาจากการเรียนรู้มากกว่าอย่างอื่น ความต้องการที่เกิดจากการเรียนรู้จึงมีอิทธิพลสูงใจให้คนอื่นประพฤติปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของเขา การจูงใจของบุคคลที่กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความต้องการความสำเร็จมิได้คาดหวังรางวัลตอบแทนจากการกระทำ ความต้องการในชีวิตของแต่ละคนจะแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างในสิ่งแวดล้อมทั้งในครอบครัว ที่ทำงาน ตลอดจนประเพณีวัฒนธรรม ซึ่งความต้องการความสำเร็จนี้ในด้านของการเรียนรู้หมายถึง ความต้องการที่จะเรียนรู้ให้ดีที่สุดและทำให้สำเร็จผลตามที่ตั้งใจไว้ เมื่อตนทำอะไรสำเร็จได้ก็จะเป็นแรงกระตุ้นให้เรียนรู้หรือทำงานอื่นสำเร็จต่อไป แมคเคลแลนด์ได้กล่าวถึงความต้องการไว้ 3 ประการ ดังนี้ (หลุยส์ จำปาเทศ, 2533 อ้างถึงใน ชูวิทย์ รัตนพลแสนย์, 2554)

1. ความต้องการความสำเร็จ (Need for Achievement) เป็นความต้องการที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้เต็มที่และดีที่สุดเพื่อความสำเร็จ บุคคลที่ต้องการความสำเร็จสูง ต้องการมีผลงานและบรรลุเป้าหมายที่พึงปรารถนาจะมีลักษณะชอบการแข่งขัน ชอบงานที่ท้าทาย และต้องการได้รับข้อมูลป้อนกลับเพื่อประเมินผลงานของตนเอง มีความชำนาญในการวางแผน มีความรับผิดชอบสูงและกล้าที่จะเผชิญความล้มเหลว

2. ความต้องการมิตรสัมพันธ์ (Need for Affiliation) เป็นความต้องการการยอมรับจากผู้อื่น ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม ต้องการสัมพันธภาพที่ดีต่อบุคคลอื่น บุคคลที่ต้องการความผูกพันสูงจะชอบสถานการณ์การร่วมมือมากกว่าสถานการณ์การแข่งขัน โดยจะพยายามสร้างและรักษาความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น เป็นความต้องการที่จะส่งเสริมและรักษาสัมพันธภาพอันอบอุ่นเพื่อความเป็นมิตรกับผู้อื่น

3. ความต้องการอำนาจ (Need for Power) เป็นความต้องการอำนาจเพื่อมีอิทธิพลเหนือผู้อื่น บุคคลที่มีความต้องการอำนาจสูงจะแสวงหาวิถีทางเพื่อให้ตนมีอิทธิพลเหนือคนอื่น ต้องการให้ผู้อื่นยอมรับหรือยกย่อง ต้องการความเป็นผู้นำ ต้องการให้ตนเหนือกว่าบุคคลอื่น และจะกังวลเรื่องอำนาจมากกว่าประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นความต้องการที่จะมีอิทธิพลและครอบงำผู้อื่น

1.7 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) และสุรางค์ ใคว์ตระกูล (2552) ได้กล่าวถึงสาระสำคัญของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ว่า เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น โดยจะแตกต่างกันในกลุ่มคนและอายุที่กลุ่มคนเข้าสู่แต่ละขั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ลำดับขั้นทั้ง 4 ของเพียเจต์ คือ ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory – Motor Stage) ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) และขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปแบบหรือแบบแผน (Formal Operational Stage) พัฒนาการของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นและต่อเนื่องกัน ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากลำดับขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงที่ว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยาและพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในเชิงของปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบแตกต่างจากผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากที่สุดที่นักการศึกษาได้รับจากทฤษฎีนี้คือแนวคิดที่ว่าเด็กที่มีอายุน้อยๆ จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกิจกรรมที่ใช้สื่อเป็นรูปธรรม หากนำแนวคิดนี้ไปใช้ในห้องเรียน ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียนมากกว่าการเป็นผู้สอนโดยตรงตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นที่สูงกว่าเด็ก การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นสื่อจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากพัฒนาการของสติปัญญาที่ซับซ้อนและมีความก้าวหน้าขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่าเด็กจะไม่ต้องทำกิจกรรมเลย การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมยังคงอยู่ในทุกลำดับขั้นของการพัฒนา นอกจากนี้ เพียเจต์ยังเน้นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองมีบทบาทอย่างมาก

ต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พุด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเมินความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นมากขึ้น เพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่าการกระจายความคิด (Decentration) ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อพิจารณาสิ่งต่างๆ จากมุมมองของผู้อื่น ในประเด็นนี้ การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถนี้

1.8 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์ (Dienes's Theory of Mathematics Learning)

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ได้กล่าวถึงแนวคิดของดินส์ว่าเป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งมีบางส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์ ประกอบด้วยหลักการ 4 ข้อ ดังนี้

1. กฎของภาวะสมดุล (The dynamic Principle) กฎนี้กล่าวว่า ความเข้าใจที่แท้จริงในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับกับผู้เรียน 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสบกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใดๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึง (Isomorphism) กับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึงการนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 3 เป็นกระบวนการที่ดินส์เรียกว่า วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กจะต้องประสบในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ

2. กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) กฎข้อนี้เสนอแนะว่าการเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ รูปแบบผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือ การจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) กฎข้อนี้กล่าวว่า การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Generalization of Mathematical Concept) หรือการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง

มโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบ ในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่เปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่คงไว้คือ ลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

4. กฎการสร้าง (The Constructivity Principle) กฎข้อนี้ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ให้ผู้เรียนควรได้พัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้เพื่อก่อให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง จากพื้นฐานที่สำคัญและมั่นคงนี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป ดีนส์และโกลดิง (Dienes and Golding, 1979 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554) ให้ความเห็นว่า การสร้างความรู้ควรมาก่อนการวิเคราะห์เสมอ เพราะเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะวิเคราะห์ในสิ่งที่ตนยังไม่รู้ กฎข้อนี้เสนอแนะให้ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมและสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

1.9 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่ (Gagne's Theory of Learning)

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554), สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2552) และทิสนา แชนมณี (2552) ได้อธิบายแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่ไว้ว่า เป็นทฤษฎีที่มีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเย่ใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาในการอธิบายการเรียนรู้ กานเย่จำแนกสาระในการเรียนคณิตศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Fact) เป็นข้อเท็จจริงที่พบในทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข (3) เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนหรือของสามสิ่ง เครื่องหมายลบ (-) เป็นสัญลักษณ์สำหรับการดำเนินการหักออกหรือการลดลง

2. ทักษะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills) เป็นการกระทำตามขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใดๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎหรือลำดับขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithms)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

4. กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Principle) เป็นขั้นตอนในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูป

สามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีด้านสองด้านเท่ากันและมุมระหว่างด้านคู่ที่เท่ากันนั้นเท่ากันด้วย กานเยแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 4.1 การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning)
- 4.2 การเรียนรู้สิ่งเร้า การตอบสนอง (Stimulus – Response Learning)
- 4.3 การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining)
- 4.4 การเรียนรู้โดยใช้การสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association)
- 4.5 การเรียนแบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning)
- 4.6 การเรียนรู้คอนเซ็ปต์ (Concept Learning)
- 4.7 การเรียนรู้กฎ (Rule Learning)
- 4.8 การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Learning)

กานเย เชื่อว่าการเรียนรู้ทั้ง 8 ประเภท เกิดขึ้นในผู้เรียนเป็นลำดับ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรับรู้หรือจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบ ทำให้รับรู้ลักษณะของสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจรับรู้ในสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงสามารถอธิบายว่า เพราะเหตุใดเมื่อผู้สอนสอนในสิ่งเดียวกันนักเรียนจึงตีความสิ่งเหล่านั้นแตกต่างกัน
2. ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์และกฎหรือหลักการที่ตนเรียนภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง
3. ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจำหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความจำระยะสั้น (Short – Term Memory) และความจำระยะยาว (Long – Term Memory)
4. ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ

1.10 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) และณัฐกร สงคราม (2554) อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีนี้ว่ามีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่าความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการ

สร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวทางการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นที่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนจึงมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้เอง สมมติฐานของทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของผู้เรียนมี 3 ประการ ดังนี้

1. มนุษย์สร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง การสื่อสารและการอภิปราย ซึ่งทำให้สามารถสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
2. การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน และต่างจากที่ผู้สอนคาดหวัง ผู้สอนต้องยอมรับและสนับสนุนสิ่งที่ผู้เรียนคิด
3. องค์ประกอบที่สำคัญในการสอน มีดังนี้
 - 3.1 การรวบรวมสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง
 - 3.2 การสร้างแรงจูงใจภายในซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความรู้
 - 3.3 การวิเคราะห์ความคิดของผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้

1.11 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner's Theory of Instruction)

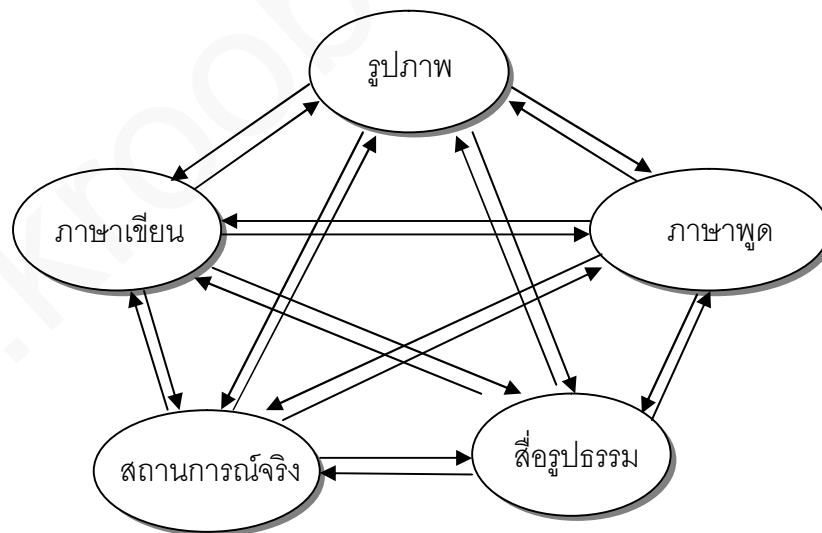
บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ไว้ว่า เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกล่าวถึงการเรียนรู้ที่ดีว่าต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการคาดคะเนจากประสบการณ์อย่างมีหลักเกณฑ์ และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใดๆ บรูเนอร์ได้ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน (Process and Product Approach) นอกจากนี้ยังให้แนวคิดว่า มนุษย์สามารถเรียนหรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้นกับของ 5 ชิ้น เพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่ป็นรูปธรรม
2. ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เช่น การใช้รูปภาพไดอะแกรม (Diagram) ที่เป็นสื่อทางสายตา ตัวอย่างเช่น ให้ผู้เรียนดูภาพรถ 4 คันในภาพแรก ดูภาพรถ 5 คัน ในภาพที่สอง และดูภาพรถรวม 9 คัน ในภาพที่สาม ที่เป็นภาพรวมของรถในภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง

3. ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่สังเกตในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสได้ในระดับที่หนึ่ง เช่น การเขียน $5 + 4 = 9$ เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่สอง

นอกจากนี้ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ยังได้กล่าวถึงผลงานของเลช (Lesh) ที่เรียกกันว่า โมเดลของเลช (Lesh's Model) กล่าวว่า เลขได้ใช้แนวคิดของบรูเนอรีในการสร้างโมเดลที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลายๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ (Picture) ภาษาเขียน (Written Symbols) ภาษาพูด (Spoken Symbols) และสถานการณ์จริง (Real World Situation) ได้โมเดลของเลชทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่นๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น เนื่องจากการได้พูดและได้เขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้จากการพิจารณาว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนความเข้าใจจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่งได้หรือไม่ ซึ่งโมเดลของเลชมีรายละเอียดดังแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพ 2 โมเดลของเลช



2. บทเรียนปฏิบัติการ

2.1 ความหมายของบทเรียนปฏิบัติการ

รวีวรรณ ทุมชัย (2534) กล่าวว่า บทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่ใช้ในวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ ซึ่งครูต้องจัดหาสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นไว้ให้พร้อม

วัฒนศิริ ชมหมู่ (2548) กล่าวว่า บทเรียนปฏิบัติการ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ นักเรียนได้เรียนจากการทำจริง นักเรียนต้องทำตามข้อปฏิบัติ ทำการทดลอง บันทึกข้อมูล แล้วหาข้อสรุปจากข้อมูลเหล่านั้น และสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง

จากการที่นักคณิตศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของบทเรียนปฏิบัติการไว้ข้างต้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่า บทเรียนปฏิบัติการ หมายถึง สื่อการสอนคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งซึ่งใช้ใน ห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ทำการทดลองเพื่อหาข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

2.2 ประโยชน์ของบทเรียนปฏิบัติการ

อุษา คำประกอบ (2530) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด หลังจากนั้นก็เริ่มเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว
2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ไหนก็ได้ตามความพอใจ โดยไม่จำกัดในเรื่องของเวลา หรือสถานที่
3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทำการทดสอบได้ด้วยตนเองได้ทันทีและสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในทันทีเช่นเดียวกัน
4. ผู้เรียนมีโอกาสได้พบปะหรือกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้สอนมีเวลาในการให้คำปรึกษากับผู้เรียนที่มีปัญหาในการใช้บทเรียนปฏิบัติการ
5. ผู้เรียนจะได้รับคะแนนเท่าใดขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ไม่มีคำว่าสอบตก สำหรับนักเรียนที่เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมจนกว่าจะสามารถเรียนรู้และผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) กล่าวว่า การเรียนจากบทเรียนปฏิบัติการนั้นก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นๆ เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการหาขบวนการและวิธีการต่างๆ
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียน หรือชีวิตจริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น เกิดจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงทำให้เกิดมโนภาพในเรื่องนั้นๆ
3. การเรียนจากการปฏิบัติจริง นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ส่งผลให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยง (Transfer) ในการเรียนรู้

4. บรรยากาศในชั้นเรียนจะเป็นแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Center) นักเรียนทุกคน ต้องคิด ต้องทำ ถ้าเป็นกลุ่มย่อยต้องมีการแสดงความคิดเห็น รับผิดชอบต่องานของตนและของกลุ่ม

5. นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

6. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่างๆ มาให้นักเรียนคิด โดยอาศัย วัสดุอุปกรณ์ เป็นเครื่องช่วยในการวิเคราะห์ให้โจทย์ให้เป็นรูปธรรม

7. ช่วยเร้าให้นักเรียนเกิดการกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา

8. สร้างทักษะในการคิดคำนวณ

จากการที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ นั้น ทำให้พอที่จะสรุปสาระสำคัญของประโยชน์ของบทเรียนปฏิบัติการได้ว่า บทเรียนปฏิบัติการสามารถทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) และยังสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ส่งผลให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยงในการเรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

2.3 องค์ประกอบของบทเรียนปฏิบัติการ

วัฒนศิริ ชมหมู่ (2548) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของบทเรียนปฏิบัติการไว้ว่าควรประกอบไปด้วย

1. เนื้อหา
2. ระดับชั้น
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. อุปกรณ์ที่ใช้
5. การจัดกลุ่ม
6. การปฏิบัติการ
7. แบบบันทึกข้อมูลและแบบสรุปผลการปฏิบัติการ
8. บัตรงาน ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ประกอบด้วย
 - 8.1 เนื้อหาหรือสูตรที่จะนำไปใช้
 - 8.2 ตัวอย่าง

8.3 โจทย์ที่จะให้นักเรียนทำ

8.4 คำเฉลย

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) กล่าวว่า ในการพัฒนาบทเรียน ครูต้องมีการวางแผนล่วงหน้าโดยพิจารณาจากเนื้อหาที่จะสอน ความสามารถที่ต้องการฝึกฝน สื่อการเรียนการสอน การจัดการการเรียนรู้ของนักเรียน การรายงานผลและการประเมินผล นอกจากนี้บทเรียนปฏิบัติการควรมีการจัดรูปแบบหรือองค์ประกอบดังนี้

1. หัวข้อเรื่อง
2. ลักษณะบทเรียน
3. ระดับชั้น
4. จุดประสงค์ เนื้อหา ทักษะ
5. การจัดกลุ่ม
6. อุปกรณ์
7. ปฏิบัติการ
8. การสรุป
9. การนำไปใช้ (อาจมีหรือไม่มีก็ได้)

2.4 การสร้างและพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการ

ศิริพร หงษ์พันธุ์ (2542) กล่าวว่า การสร้างบทเรียนปฏิบัติการเป็นขั้นตอนของการกำหนดรายละเอียดทั้งหมดของกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งควรจะต้องมีการสำรวจและกำหนดเส้นทางที่ชัดเจน กำหนดประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนทำการศึกษา โดยในแต่ละประเด็นจะต้องมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความคิดรวบยอด องค์ประกอบของความรู้ สื่อ และกิจกรรมที่จะใช้ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลตามจุดประสงค์ของบทเรียนปฏิบัติการ

วัฒนศิริ ชมหมู่ (2548) กล่าวว่า บทเรียนปฏิบัติการเป็นสื่อการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่นักเรียนต้องทำตามข้อปฏิบัติ ทำการทดลอง ซึ่งมีส่วนประกอบของบทเรียนดังนี้

1. เนื้อหา
2. ระดับชั้น
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. อุปกรณ์ที่ใช้
5. การจัดกลุ่ม

6. การปฏิบัติการ
7. แบบบันทึกข้อมูลและแบบสรุปผลการปฏิบัติการ
8. บัตรงาน ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ประกอบด้วย
 - 8.1 เนื้อหาหรือสูตรที่จะนำไปใช้
 - 8.2 ตัวอย่าง
 - 8.3 โจทย์ที่จะให้นักเรียนทำ
 - 8.4 คำเฉลย

3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

3.1 ความเป็นมาของโปรแกรม GSP

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2548) กล่าวถึงความเป็นมาของโปรแกรม GSP หรือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไว้ว่า เป็นเวลานับพันปีมาแล้วที่การวาดและการนิกภาพเป็นสิ่งสำคัญมากในวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะเบื้องต้นที่สอนในวิชาเรขาคณิตคือการใช้วงเวียนและสันตรงในเรื่องของการสร้าง ส่วนในวิชาพีชคณิตมีการเขียนกราฟของฟังก์ชัน แต่การใช้กระดาษและดินสอสร้างงานยังคงต้องใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งพบว่ามีอุปสรรคที่สำคัญ 2 ข้อ คือ การสร้างแต่ละครั้งต้องใช้เวลาและเมื่อสร้างเสร็จแล้ว รูปที่ได้ก็ไม่ได้มีการเคลื่อนไหว อุปสรรคข้อแรก การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อย่างเช่น The Geometer's Sketchpad จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลาได้ด้วยการใช้คำสั่งต่างๆ ซึ่งจะแสดงผลได้อย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสร้างบนกระดาษ นอกจากนี้ยังสามารถทำการสร้างและสำรวจได้หลากหลายวิธี ตั้งแต่ง่ายไปจนถึงซับซ้อนขึ้นได้ในเวลาอันจำกัด

จุดเริ่มต้นในการพัฒนาโปรแกรม GSP เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ และแคลคูลัส โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว โปรแกรม GSP จึงได้รับรางวัลยอดเยี่ยมหลายรางวัล อาทิเช่น Best Educational Software of All Time จาก Stevens Institute of Technology Survey of Mentor Teachers และ Most Valuable Software for Students จาก National Survey of Mathematics Teachers, USA.

3.2 ความสามารถของโปรแกรม GSP

เสรี สุขโยธิน (2555) ได้อธิบายถึงความสามารถของโปรแกรม GSP ไว้ว่า โปรแกรม GSP เป็นซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตเชิงพลวัตที่ใช้สร้างรูปเรขาคณิตที่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งนำไปสู่การค้นหาค้นหาสมบัติต่างๆ ทางเรขาคณิต สามารถสำรวจ ตั้งข้อคาดการณ์และสืบค้นเพื่อยืนยันเหตุผลของตนเอง ทำให้เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผล เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทำให้การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นั้นง่ายขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับวัชรสันต์ อินธิสาร (2547) ที่ได้อธิบายถึงความสามารถของโปรแกรม GSP ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้คำจำกัดความเรื่องกราฟและความแตกต่างของเครื่องมือที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งพัฒนาให้ใช้ได้กับวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิต ตรีโกณมิติ พีชคณิตและแคลคูลัส อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ กลศาสตร์และศิลปะ
2. รูปแบบการเคลื่อนที่ ทำให้มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการใช้
3. สามารถใช้งานได้หลากหลายด้วยเครื่องมือลักษณะพิเศษเฉพาะ และสามารถสร้างแฟ้มเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ การนำเสนอ การออกแบบกิจกรรม การแบ่งผลงาน และการแก้ไขในเรื่องการคำนวณ สามารถดัดแปลงให้สามารถใช้งานได้ง่าย เป็นต้น
4. การใช้การคำนวณและฟังก์ชันต่างๆ ง่ายต่อการดัดแปลงรูป
5. ผู้ใช้สามารถบูรณาการไปสู่กิจกรรมเรขาคณิตบนเว็บ
6. สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการวินโดว (Window) และแมคอินทอช (Macintosh)
7. สามารถสร้างรูปที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น
8. สามารถเพิ่มกราฟฟิกให้มีสีสันของวัตถุ ตัวอักษรและสีพื้นหลังที่น่าประทับใจ
9. สามารถเพิ่มสื่อในมิติพิเศษในมุมมองที่มากขึ้น ทำให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในระดับเริ่มต้นและระดับสูง
10. สามารถเลือกวัตถุได้ง่ายมากขึ้น
11. สามารถสร้างรูปเพื่อศึกษาทฤษฎีทางเรขาคณิตของยูคลิดและนอกระบบยูคลิดได้
12. สามารถปรับเปลี่ยนรูปโดยใช้การเลื่อนขนานได้โดยง่าย

3.3 การนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

เสรี สุขโยธิน (2555) กล่าวว่า โปรแกรม GSP สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้หลากหลายทางเรขาคณิต เช่น เส้นตรงและมุม การสร้างความเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน ความคล้าย วงกลม นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในเรื่องของตรีโกณมิติ เวกเตอร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ ฟิสิกส์ การเขียนแบบ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์สร้างงานศิลปะต่างๆ ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงแนวทางในการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า GSP เป็นโปรแกรมอเนกประสงค์และนำไปใช้ได้ที่น่าประหลาดใจ ดังนั้น ขอบเขตของการใช้งานจึงขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ เช่น

1. การสำรวจและการสอนทฤษฎีบททางเรขาคณิต หนังสือเรขาคณิต มักจะเต็มไปด้วยทฤษฎีบท สัจพจน์ บทแทรก บทตั้งและบทนิยาม ซึ่งมีหลายอย่างที่ยากแก่การเข้าใจหรือแม้จะเข้าใจก็ไม่ลึกซึ้งนัก วิธีที่จะให้เข้าใจทฤษฎีบทที่ยากๆ หรือวิธีการสอนเรื่องยากในชั้นเรียนก็คือ การใช้ GSP สร้างแบบจำลองต่างๆ

2. การนำเสนอในห้องเรียน แบบร่างที่นำเสนอเป็นเอกสารของ GSP ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับการนำเสนอไปยังกลุ่มบุคคลต่างๆ เช่น นักเรียน เพื่อนร่วมชั้น หรือครู โดยปกติแบบร่างที่นำเสนอจะมีภาพกราฟิกที่สวยงาม เคลื่อนไหวได้ มีปุ่มการแสดงผลการทำงานต่างๆ และมีเนื้อหาได้หลายหน้า ครูสามารถใช้ GSP ให้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ได้ทุกวัน แต่ก็ยังสามารถนำมาสาธิตในห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวพร้อมกับเครื่องฉาย LCD ได้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำงานที่สร้างในชั้นเรียน ไปทำรายงานตลอดจนทำแฟ้มผลงานต่างๆ

3. การศึกษารูปต่างๆ จากหนังสือเรียน เมื่อเกิดความชำนาญในการใช้โปรแกรม GSP แล้ว จะพบว่าในการสร้างรูปต่างๆ บนจอคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาน้อยกว่าการสร้างด้วยมือ นอกจากนั้นในการสร้างรูปด้วย GSP ยังได้เปรียบตรงที่สามารถทำให้รูปนั้นเคลื่อนไหวได้ และทำการสำรวจการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ ดังนั้น ควรพิจารณาใช้ GSP ในการสร้างและศึกษารูปในหนังสือเรียนและในการทำบ้าน

4. การใช้ GSP ในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ จะพบว่า GSP เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนหรือเป็นครู เช่น ในพีชคณิต

สามารถใช้ GSP ตรวจสอบความชันและสมการของเส้นตรง ตรวจสอบสมบัติของพาราโบลาและหัวข้ออื่นๆ ที่สำคัญ ในวิชาแคลคูลัสขั้นสูง (Advance Calculas) ทั้งนักเรียนและครูสามารถสำรวจการเคลื่อนไหวของวงค์ของฟังก์ชันด้วยการใช้คำสั่งต่างๆ จากเมนูกราฟ ใช้ GSP กับวิชาตรีโกณมิติ (Trigonometry) เพื่อสำรวจความเกี่ยวข้องระหว่างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและฟังก์ชันตรีโกณมิติ ในวิชาแคลคูลัส (Calculus) ใช้สำรวจอนุพันธ์ (Derivative) ของฟังก์ชัน ด้วยการสร้างเส้นสัมผัสเส้นโค้งและใช้คำสั่งอนุพันธ์ หรือสำรวจปริพันธ์ (Anti - Derivative) โดยการสร้างพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง นอกจากนี้ GSP ยังสามารถใช้ประโยชน์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัยหรือหัวข้อต่างๆ ในคณิตศาสตร์ขั้นสูง เป็นต้น

5. การสร้างแฟร็กทัล แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่สวยงามสะดุดตา ซึ่งพบเห็นได้ในธรรมชาติ และเป็นรากฐานที่สำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิกหลายๆ โปรแกรม แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่คล้ายกับตัวเอง มันจะดูเหมือนกันไม่ว่าจะขยายในมุมมองใด การสร้างแฟร็กทัลเริ่มจากการสร้างรูปร่างง่ายๆ แล้วทำซ้ำรูปแบบเดิมแต่ให้มีขนาดเล็กลงๆ การใช้คำสั่งทำซ้ำของ GSP ช่วยให้สามารถสร้างแฟร็กทัลได้โดยง่าย

6. การวาดภาพที่ได้สัดส่วนเสมือนจริงและรูปศิลปะทางเรขาคณิตแบบต่างๆ หากต้องการทำบัตรอวยพร หรือต้องการออกแบบพื้นหลังบนเว็บเพจให้ได้ภาพที่สวยงามไม่ซ้ำแบบใครสามารถใช้เครื่องมือในเมนูการแปลงของ GSP ร่วมกับเครื่องมือจากเมนูแสดงผลและจากที่อื่นๆ ก็จะช่วยให้อาจสร้างภาพได้อย่างวิจิตร ดงามตื่นตาตื่นใจ

4. หลักการสอนคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Management) หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 5 ประการ คือ เพื่อสนองให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาไปพร้อมกัน เพื่อสนองความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน เพื่อสนองต่อเจตนาของหลักสูตร เช่น ให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เกิดทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้

4.1 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์

ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร (2547) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นวิชาเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดที่เกิดจากการสรุปความคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้น เช่นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับปริมาณ จำนวน การเท่ากัน ทุกประการ เป็นต้น

2. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดของมนุษย์ และมนุษย์ก็สร้างสัญลักษณ์แทนความคิดนั้น แล้วสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์นั้นมาใช้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน คณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้น ด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่ทุกชาติที่เรียนคณิตศาสตร์เข้าใจตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงถึงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นวิชาที่มีโครงสร้างหรือแบบแผน การสรุปในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีเหตุผลอ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล ด้วยความมีเหตุผลของคณิตศาสตร์ มนุษย์สามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาความรู้ใหม่ๆ และคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ได้มากมาย

4. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่นๆ ความงามของคณิตศาสตร์อยู่ที่ความเป็นระเบียบและความกลมกลืนกันของความคิดตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนรอบคอบ ถึงแสดงออกให้เห็นได้จากการกำหนดโครงสร้างของคณิตศาสตร์ อันประกอบด้วย คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์และทฤษฎีบท (Undefined term, defined term, axiom and theory)

ชานนท์ จันทรา (2553) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด วิธีการและกระบวนการเชิงเหตุผล คนโดยทั่วไปอาจจะเข้าใจความหมายของคณิตศาสตร์ไปได้หลายแบบต่างกันออกไป เช่น อาจเข้าใจว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณและการหารของจำนวน คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณเชิงปริมาณ เป็นภาษาอย่างหนึ่งและเป็นเครื่องมือของวิทยาการแขนงต่างๆ ซึ่งนักคณิตศาสตร์เองยังได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ไว้หลากหลายแตกต่างกันออกไป เช่น สโตน (Stone) ให้ความหมายว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาระบบที่เป็นนามธรรม มีโครงสร้างที่แน่นอนที่ชัดเจนและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน แบล็ค (Black) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างต่างๆ ที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์และมีหลักเกณฑ์ที่สัมพันธ์เกี่ยวกับสัญลักษณ์

4.2 ประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

สมเด็จพระปรมานุชิตชิโนวงศ์ (2551) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ประโยชน์ในแง่ที่เป็นเครื่องมือหรือเป็นความรู้ที่นำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน การดำรงชีวิตรประจำวันของมนุษย์ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นความรู้เกี่ยวกับจำนวนหรือตัวเลข การชั่ง ตวง วัด ความรู้ทางเรขาคณิต พีชคณิต สถิติ เวลาและเงิน

2. ประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพ ทุกอาชีพล้วนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ สถิติ เป็นต้น เพราะคณิตศาสตร์จะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาวิชาชีพเหล่านั้นให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น เช่น เลขคณิต ใช้ในการคิดคำนวณ มีประโยชน์ต่ออาชีพค้าขาย พีชคณิต ใช้เป็นแบบจำลองในทางธุรกิจ อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ เรขาคณิต ใช้ในการออกแบบ การก่อสร้าง ดาราศาสตร์ การเดินเรือและการสำรวจ ตรีโกณมิติ ใช้ในการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถิติ ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ พาณิชยกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ แคลคูลัส ใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรมศาสตร์ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. ประโยชน์ในแง่ของการปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีงาม คณิตศาสตร์สามารถนำมาฝึกและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีนิสัย ทักษะหรือความสามารถทางสมองหลายประการ เช่น การเป็นคนช่างสังเกต การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุผล การนำเสนอแนวคิดอย่างเป็นระบบ ชัดเจน ตรวจสอบได้และนำแนวทางคณิตศาสตร์ไปใช้

4. ประโยชน์ในแง่การเป็นมรดกทางวัฒนธรรม ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ค้นพบจากรุ่นหนึ่งสืบทอดไปสู่คนรุ่นหลัง บางเรื่องอาจศึกษาโดยไม่คำนึงถึงผลที่ตามมาใช้ แต่ศึกษาเพื่อรู้ระบบการคิด หรือเพื่อชื่นชมและสร้างความภูมิใจในผลงานของคณิตศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรมและความก้าวหน้าของมนุษย์

4.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2545) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ว่า

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก การยกตัวอย่างอาจจะยกจากจำนวนน้อยเสียก่อน
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบ

3. สอนให้สัมพันธ์ความคิดเมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรจะให้ทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น

4. เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ

5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงดลใจที่จะเรียน
6. ควรจะคำนึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม
7. เรื่องที่สัมพันธ์กันควรสอนไปพร้อมๆ กัน
8. ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
9. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป
10. สอนให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบจะช่วยให้ นักเรียนสรุปได้
11. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง
12. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนัก ครูจึงไม่ควรจะเคร่งเครียด ให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน
13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ
14. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งแปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้ผู้เรียน และผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

นอกจากนี้ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ยังได้กล่าวถึงเทคนิคในการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เทคนิคการใช้คำถาม (Questioning) การใช้คำถามให้เกิดประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรพิจารณาใช้เทคนิค ต่อไปนี้
 - 1.1 ถามคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสร่วมกันคิดอย่างทั่วถึง ไม่ถามคำถามที่มีเฉพาะผู้เรียนบางคนเท่านั้นที่จะตอบได้
 - 1.2 ถามคำถามก่อนเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนคิดว่าตนเป็นผู้มีโอกาสจะถูกเลือกเป็นผู้ตอบ ไม่ควรเรียกชื่อผู้เรียนก่อนตั้งคำถาม เพราะผู้เรียนคนอื่นจะไม่สนใจคำถาม และอาจไม่พยายามคิดหาคำตอบเนื่องจากตนเองจะไม่ได้เป็นผู้ตอบคำถามนั้น
 - 1.3 เมื่อตั้งคำถามแล้ว ควรให้เวลาผู้เรียนคิดให้เหมาะสมกับระดับความยากง่ายและความซับซ้อนของคำถาม
 - 1.4 ไม่ควรถามคำถามเดิมซ้ำหรือซ้ำหลายๆ ครั้ง แต่อาจทำได้เมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจคำถาม หรือขอให้ผู้สอนถามใหม่อีกครั้ง การถามย้ำบ่อยๆ จะทำให้ผู้เรียนไม่ตั้งใจฟังสิ่งที่ผู้สอนถาม และอาจเป็นการรบกวนสมาธิของผู้ที่เข้าใจคำถามและกำลังคิดหาคำตอบอยู่
 - 1.5 เมื่อถามคำถามแล้ว ควรให้โอกาสกับผู้เรียนที่ต้องการตอบได้ตอบเพื่อเป็นการให้ความสำคัญกับสิ่งที่ผู้เรียนคิด

2. เทคนิคการตั้งประเด็นปัญหา (Problem Posing) การใช้เทคนิคนี้ ผู้สอนต้องคิดประเด็นปัญหามาล่วงหน้า โดยต้องเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและตรงกับความสนใจของผู้เรียน เทคนิคนี้มีประโยชน์ในการกระตุ้นผู้เรียนให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นโดยการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา เทคนิคนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มและเกิดการเรียนแบบร่วมมือกัน เนื่องจากต้องช่วยกันคิด ช่วยกันทำ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เนื่องจากเมื่อมีแนวคิดหลากหลายจากคนในกลุ่ม จะต้องนำแนวคิดเหล่านั้นมาคัดเลือกและจัดเป็นขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติได้จริง

3. เทคนิคการยกตัวอย่าง (Exempling) การยกตัวอย่างเป็นเทคนิคที่ครูใช้มากในการสอนคณิตศาสตร์ เทคนิคที่ใช้ในการยกตัวอย่างมีดังนี้

- 3.1 ยกตัวอย่างที่แตกต่างจากที่ผู้เรียนคุ้นเคย หรือแปลกไปจากที่ผู้เรียนเคยเห็น
- 3.2 ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้เรียนในวัยนั้นๆ สนใจ
- 3.3 ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เป็นที่กล่าวถึงในปัจจุบัน
- 3.4 ยกตัวอย่างที่ทำทนายให้ผู้เรียนนำไปคิดต่อหรือแก้ปัญหา

4. เทคนิคการให้ผู้เรียนสร้างประเด็นปัญหา (Problem Solving) โดยทั่วไปผู้เรียนมักคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาที่มีผู้อื่นกำหนดให้ โดยอาจเป็นปัญหาจากแบบเรียนหรือที่ผู้สอนเตรียมมา ผู้เรียนมีโอกาสน้อยมากในการสร้างประเด็นปัญหาในเรื่องที่เรียนขึ้นเอง การให้ผู้เรียนสร้างประเด็นปัญหาขึ้นเองจากแนวคิดที่ว่า ความสนใจและแรงจูงใจทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีขึ้น และมีความพยายามมากขึ้น อีกทั้งกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ระหว่างการตั้งปัญหาจะทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในปัญหาที่กำลังตั้งนั้น ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น และที่สำคัญการสร้างประเด็นปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องทราบถึงหลักการที่สำคัญเพื่อที่จะได้นำหลักการนั้นไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และบรรลุจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่ง สิริพร ทิพย์คง (2546) ได้เสนอหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ในการสอนเรื่องพื้นที่ผิวของทรงกระบอกครูอาจให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นผิวข้าง และรูปวงกลมที่เป็นหน้าตัดทั้งสองด้าน จากนั้นจึงให้นักเรียนฝึกการคำนวณโดยใช้สูตร

2. สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียนก่อนสิ่งที่อยู่ไกลตัว เช่น สอนเรื่องทรงกลมจากการยกตัวอย่างสิ่งทีนักเรียนคุ้นเคย เช่น ส้ม จากนั้นจึงยกตัวอย่างสิ่งที่อยู่ไกลตัว เช่น ดวงดาว
3. สอนจากเรื่องจากง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น การสอนเรื่องการแก้สมการตัวแปรเดียวก่อนการแก้สมการสองตัวแปร
4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น การสอนเรื่อง เลขยกกำลัง ครูควรสอนในส่วนที่เป็นเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับเลขยกกำลังแทนที่จะสอนเรื่องลอการิทึม
5. สอนให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากมาจากขั้นตอนก่อนหน้า
6. สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลิน ครูอาจใช้เพลง เกม หรือ ปริศนาคำทายต่างๆ ในการสอน
7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา การสร้างแรงจูงใจ การเสริมกำลังใจให้กับนักเรียน โดยการให้คำพูดเช่น ดีมาก เก่งมาก น่าชื่นชม เป็นต้น
8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ อาจสอนให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องเลขยกกำลังในการทำนายปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

4.4 สื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สื่อการเรียนรู้แต่ละชนิดต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เรื่องหนึ่งๆ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะสื่อการเรียนรู้บางอย่างอาจทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ครูคาดหวังไว้ได้ก็จริง แต่อาจใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากกว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ และอาจส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ดังนั้น ก่อนที่ครูผู้สอนจะตัดสินใจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ใด ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ รวมทั้งประเมินผลลัพธ์และความคุ้มค่าของการใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทนั้นให้ดีด้วย ในการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้ (สิริพร ทิพย์คง และคณะ, 2556)

1. เลือกสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เช่น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประการหนึ่งไว้ว่า นักเรียนสามารถนิภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับจุดประสงค์ในการเรียนรู้นี้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น แผนที่จริง หรือบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นรูปทรงต่างๆ ซึ่งครู

สามารถนำมาสอนได้ทั้งในเรื่องของพื้นที่ผิวและปริมาตรและในเรื่องของการนิยามภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติได้อีกด้วย

2. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย เพศ ศักยภาพ เจตคติและพื้นฐานทางการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพราะเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงนี้ค่อนข้างเป็นนามธรรม ประกอบกับนักเรียนมีวัยที่โตขึ้น มีพัฒนาการสติปัญญาที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่จำเป็นที่นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจะต้องมีพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับที่เท่ากัน ดังนั้น สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับนักเรียนอีกกลุ่ม ดังนั้น ครูจึงต้องจัดประสบการณ์และเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาในช่วงวัยของนักเรียนซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

3. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะใช้ การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ควรพิจารณาตัวเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์บางเรื่องสามารถหยิบยกหรือหาของจริงมาทดลองให้เห็นได้ เนื้อหาบางเรื่องสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนได้ก็จะทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น บทเรียนเรื่องรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ หรือเรื่องภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงให้นักเรียนเห็นภาพแบบสามมิติซึ่งสามารถหมุนได้ 360 องศา จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้จะต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เนื้อหาสาระนั้นมีความน่าสนใจและกระชับชัดเจนยิ่งขึ้น

4. การเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสะดวกในการจัดเตรียมและคุ้มค่าในการใช้ การสร้างสื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นสื่อถาวรสามารถใช้ได้กับเนื้อหาที่หลากหลายหรือสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้งนั้นเป็นสิ่งที่ดี เช่น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสามารถเรียนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งในบางครั้งครูจะต้องใช้เวลาในการจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้นั้นนาน แต่ถ้าเมื่อผลิตออกมาแล้วสื่อนั้นมีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วก็นับว่าเป็นสิ่งที่คุ้มค่าและควรปฏิบัติเป็นอย่างยิ่ง

5. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของครูผู้สอน ครูผู้สอนบางท่านอาจไม่ชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ ก็อาจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้อื่นที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกันได้ แต่อย่างไรก็ตามด้วยสภาพสังคมปัจจุบัน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามี

บทบาทอย่างมากต่อการดำรงชีวิต บางครั้งครูผู้สอนก็จำเป็นต้องเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนั้นเข้ากับบทบาทหน้าที่ของตนให้ได้

5. แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

5.1 ความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในช่วงปี 2525 – 2532 ทวีตต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ซึ่งส่งผลกระทบต่อทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทย เช่น การล่มสลายของสหภาพโซเวียต ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา ตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเข้าสู่ยุคของการบริโภคข่าวสาร ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากในทุกด้าน ดังนั้น แต่ละประเทศจึงมีนโยบายในการเตรียมบุคลากรที่มีความสามารถด้านต่างๆ เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลายประเทศจึงกำหนดเป็นนโยบายเร่งด่วนและระดมทรัพยากรจากทุกส่วนของสังคมในการจัดการศึกษาอย่างต่อเนื่องทุกระดับ เพื่อให้เด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษได้รับการพัฒนาจนบรรลุศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล และจูงใจให้ก้าวสู่เส้นทางอาชีพ กล่าวได้ว่าเป็นภารกิจที่รัฐบาลได้วางเป้าหมายในการพัฒนาประเทศไว้อย่างเป็นระบบ

ความสนใจเรื่องการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทยเริ่มโดยกลุ่มนักวิชาการที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒในปี 2522 หลังจากนั้นได้มีกลุ่มเฉพาะสาขาอื่นๆ ที่ได้ให้ความสำคัญกับเด็กกลุ่มนี้ดำเนินกิจกรรมหรือจัดตั้งองค์กรทางวิชาชีพ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์และดนตรี ต่อมารัฐบาลได้มีการกำหนดนโยบายและทิศทางการดำเนินงานสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษเป็นครั้งแรกในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติในปี 2536 เป็นครั้งแรก และได้ปรากฏในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติทุกฉบับต่อมาซึ่งคณะรัฐมนตรีได้อนุมัติในหลักการของแผนพัฒนาการศึกษาดังกล่าวตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติเสนอ และให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนปฏิบัติการให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษา ดังกล่าว โดยให้มีมาตรการที่จะทำให้เกิดการกระจายโอกาสครอบคลุมกลุ่มเด็กและเยาวชนที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งมีอยู่ทั่วประเทศ รวมถึงให้มีมาตรการที่จะทำให้การปฏิบัติตามนโยบายและแผนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมชัดเจน และได้มอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ เป็นหน่วยประสานการจัดทำแผนปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามพบว่าการปฏิบัติงานยังมีลักษณะต่างคนต่างทำ ซึ่งส่งผลถึงความไม่เป็นเอกภาพและการ

สร้างพลังในการพัฒนาเด็กและเยาวชนให้ไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้การบริหารทรัพยากรไม่มีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ที่มีความก้าวหน้าในการพัฒนาคนระดับผู้นำของชาติในอนาคต ต่อมาได้มีการประกาศใช้กฎหมายการศึกษาฉบับแรก คือพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งออกตามความในรัฐธรรมนูญมาตรา 81 กฎหมายดังกล่าวได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ โดยได้มีการบัญญัติถึงสิทธิของผู้มีความสามารถพิเศษในด้านต่างๆ เช่น การจัดการศึกษา (มาตรา 10 วรรค 4 และมาตรา 22) การจัดกระบวนการเรียนรู้ (มาตรา 24 วรรค 1) หลักสูตรการศึกษา (มาตรา 28) และการจัดสรรงบประมาณ (มาตรา 60) ต่อมาในปี 2546 กระทรวงศึกษาธิการได้ออกพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 และกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการโดยมีการกำหนดในราชกิจจานุเบกษาในส่วนของการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ (มาตรา 23) ให้มีคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษ

การส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษในประเทศไทยมีมาเป็นเวลานานแล้ว แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัด โดยมุ่งเน้นที่ความสามารถทางการเรียนและความสามารถทางสติปัญญา หรือสิ่งที่วัดได้จากการแข่งขัน เช่น การให้ทุนนักเรียนเรียนดีชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อศึกษาต่อต่างประเทศ การจัดการแข่งขันทางวิชาการโดยองค์กรต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการส่งเสริมดังกล่าวยังไม่สามารถเรียกได้ว่าเป็นการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษตามหลักสากล เนื่องจากยังไม่มีโครงสร้างที่เป็นระบบอย่างยั่งยืน การส่งเสริมจึงเป็นไปในลักษณะบุคคล หรือองค์กรมากกว่าที่จะเป็นระบบส่งเสริม ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ปี 2522 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้ริเริ่มกิจกรรมกับครูและเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นครั้งแรกที่คณะศึกษาศาสตร์ และได้จัดตั้ง “มูลนิธิส่งเสริมเด็กปัญญาเลิศ” ในปีต่อมาโดยมีกรรมการหลักคือ คณาจารย์จากภาควิชาการศึกษาพิเศษคณะศึกษาศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นองค์กรแรกของประเทศที่จัดตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมและพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ ต่อมาได้มีการขยายกิจกรรมดำเนินการอบรมให้ความรู้ด้านการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษแก่ครูทั่วประเทศ และจัดค่ายเยาวชนต่างๆ ไปสู่การเปิดการศึกษาสาขาการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศระดับบัณฑิตศึกษาในปี 2534 นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนการรวมตัวกันของผู้ปกครองของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จัดตั้งชมรมพัฒนาพรสวรรค์เด็ก ซึ่งต่อมาเป็น สมาคมส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ โดยมีนักวิชาการร่วมกับผู้ปกครอง รวมทั้งการดำเนินโครงการนำร่องในเรื่องการจัดการศึกษาให้กับกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษในโรงเรียนปกติทั้งภาครัฐและเอกชนเป็นครั้งแรกในปี 2535 โดยตั้งเป็นโครงการศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ ด้วยความ

สนับสนุนจากมูลนิธิสดศรี - สฤษดิ์วงศ์ และพัฒนาเป็นงานวิจัยเชิงพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษร่วมกับโรงเรียนไผทอุดมศึกษาโดยความสนับสนุนของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และเริ่มโครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้ที่มีความสามารถพิเศษและผู้ที่มีความต้องการพิเศษแห่งชาติที่ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒในปี 2547

2. ปี 2533 ได้จัดตั้งให้มีโรงเรียนกีฬาแห่งแรกตามมติของคณะรัฐมนตรีที่จังหวัดสุพรรณบุรี โดยสังกัดสถาบันการพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการศึกษาแก่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านกีฬาได้ฝึกหัดหรือพัฒนาทักษะการกีฬาให้มีความชำนาญควบคู่กับจัดการศึกษาวิชาสามัญตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการในลักษณะโรงเรียนประจำ ต่อมาได้ขยายเป็น 13 แห่งทั่วประเทศ

3. ปี 2534 มีการจัดตั้งโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ให้เป็นโรงเรียนเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์

4. ปี 2538 รัฐบาลประกาศจัดตั้งโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์อัครราชกุมารี ตามด้วยชื่อจังหวัดสถานที่ตั้ง ทั้งหมด 12 แห่ง ประจำเขตการศึกษาต่างๆ ทุกเขตการศึกษาของประเทศ

5. ปี 2539 สวทช. ได้ร่วมมือกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) โดย สวทช. เป็นฝ่ายบริหารและดำเนินการจัดกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ขณะที่ สกว. เป็นฝ่ายให้การสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อให้โครงการพัฒนาความสามารถพิเศษสามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ นอกจากนี้คณะรัฐมนตรีมีความเห็นชอบให้ โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ดำเนินโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ทบวงมหาวิทยาลัย กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโครงการประจำตั้งแต่ปีงบประมาณ 2541 เป็นต้นไปปี 2535 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ระบุการจัดการศึกษาสำหรับเด็กกลุ่มนี้ไว้เป็นครั้งแรกในหมวดระบบศึกษา โดยกำหนดเป็นนโยบายว่า จะสนับสนุนให้มีการจัดการศึกษาทั้งในรูปแบบและวิธีการที่จะเอื้อให้เด็กและเยาวชนผู้มีปัญญาเลิศหรือมีความสามารถพิเศษเหล่านี้ได้พัฒนาอัจฉริยภาพของตน และมีเป้าหมายที่จะพัฒนากลุ่มผู้มีความสามารถพิเศษด้วยการเร่งให้มีการจัดการศึกษา โดยมีโครงการที่จะส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษเหล่านี้ รวมทั้งในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539) ได้กำหนดให้มีมาตรการ “ขยายและพัฒนารูปแบบ” และวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถในด้านร่างกาย

สมองและจิตใจผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่มีความสามารถพิเศษ เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ ดนตรี และการกีฬา เป็นต้น แต่ไม่ปรากฏมาตรการดำเนินการที่เป็นรูปธรรมชัดเจน

6. ปี 2536 จัดตั้งหน่วยงานเฉพาะทางด้านดนตรีในระดับอุดมศึกษาคือ วิทยาลัยดุริยางคศิลป์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่พัฒนามาจากวิชาเลือกในระดับปริญญาตรีในปี 2530 รวมทั้งการตั้งโรงเรียนมัธยมสังคีต สังกัดกระทรวงศึกษาธิการในปีเดียวกัน

7. ปี 2540 มีการกำหนดในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544) มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพคน ซึ่งกำหนดมาตรการให้เกิดการกระจายโอกาสครอบคลุมกลุ่มเด็กและเยาวชนที่เป็นเป้าหมายทั่วประเทศและมอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติเป็นหน่วยประสานงานจัดทำแผนปฏิบัติการให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เพื่อให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและเกิดผลเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการในภาพรวมของทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใน 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาษาไทย ดนตรี กีฬาทัศนศิลป์ และศิลปะการแสดง โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ความถนัด และความสามารถจนบรรลุศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล

8. ปี 2541 คณะรัฐมนตรีในคราวประชุมเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2541 ได้อนุมัติในหลักการของแผนพัฒนาการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ. 2541-2544) ตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติเสนอและให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนปฏิบัติการให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาฯ พร้อมทั้งให้ข้อสังเกตว่าควรกำหนดมาตรการเพื่อเป็นการกระจายโอกาสไปสู่กลุ่มเป้าหมายอย่างเสมอภาคและเป็นธรรม และควรมีมาตรการที่จะทำให้การปฏิบัติตามนโยบายหรือแผนเป็นไปในทิศทางเดียวกันและเกิดผลเป็นรูปธรรม โดยมอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติเป็นหน่วยประสานงานจัดทำแผนปฏิบัติการดังกล่าว

9. ปี 2542 มีการประกาศใช้กฎหมายการศึกษาแห่งชาติฉบับแรก คือ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งออกตามความในรัฐธรรมนูญมาตรา 81 กฎหมายดังกล่าวได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษโดยได้มีการบัญญัติถึงสิทธิของผู้มีความสามารถพิเศษ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นปี 2545 ได้มีการระบุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545-2549 ในส่วนของยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและการคุ้มครองสังคม โดยมีการกำหนดกลุ่มผู้ด้อยโอกาส แต่ยังไม่มีการกล่าวถึงเด็กผู้มีความสามารถพิเศษอย่างชัดเจน มีเพียงนโยบายบางด้านเท่านั้นที่อาจช่วยสนับสนุน

10. ปี 2546 มีการจัดตั้งศูนย์ส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษแห่งชาติ (Nation Center for the Gifted and Talented) เป็นองค์กรมหาชน ในกำกับดูแลของสำนักนายกรัฐมนตรี ภายใต้สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ มีหน้าที่หลัก 3 ประการคือ

1. เสาะหาผู้มีความสามารถพิเศษทุกพื้นที่ของประเทศ
2. ส่งเสริมและพัฒนาตามศักยภาพ
3. สร้างโอกาสให้ผู้มีความสามารถพิเศษทำประโยชน์ให้แก่ประเทศและสังคม

และเป็นศูนย์ที่ดำเนินการในการจัดตั้งศูนย์เสาะหาและพัฒนาเด็กผู้มีความสามารถพิเศษในท้องถิ่น (Gifted and Talented Exploring Center: GTX) ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 42 ศูนย์ที่กระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการได้มีการออกพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2546 และกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการ ซึ่งมีการกำหนดให้มีการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษในราชกิจจานุเบกษา รวมทั้งได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อรับผิดชอบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ โดยในระยะเริ่มต้นได้แต่งตั้งเป็นคณะกรรมการที่รวมกลุ่มผู้ที่มีความต้องการการศึกษาพิเศษทั้ง 3 ประเภทคือ คณะอนุกรรมการปฏิบัติการจัดการศึกษาเพื่อคนพิการ ผู้ด้อยโอกาส และผู้มีความสามารถพิเศษ ต่อมาเพื่อให้การดำเนินงานในเรื่องการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษมีความชัดเจน และต่อเนื่อง กระทรวงศึกษาธิการจึงได้แต่งตั้งคณะกรรมการส่งเสริมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษขึ้นเป็นการเฉพาะ เมื่อวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2544

11. ปี 2550 รัฐบาลมีมติให้รวมสถาบันวิทยาการการเรียนรู้และศูนย์ส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษแห่งชาติเข้าเป็นหน่วยงานเดียวกัน และใช้ชื่อว่า สถาบันส่งเสริมอัจฉริยภาพและนวัตกรรมการเรียนรู้ (สสอ.น.) หรือ Institute for the Gifted and Innovative Learning (IGIL) ขึ้น เพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยงานในการสร้างและส่งเสริมการจัดการสภาพแวดล้อมในสังคมไทย และสถาบันต่างๆ ในสังคม ให้ส่งเสริมและพัฒนาเด็กและเยาวชนตามลำดับขั้นพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัยอย่างเต็มตามศักยภาพ รวมถึงเป็นศูนย์กลางในการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย และองค์ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ สำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในสังคมไทยอย่างเหมาะสม เพื่อยกระดับคุณภาพของเด็กและเยาวชนไทยอย่างกว้างขวาง ตลอดจนสร้างศักยภาพของคนไทยที่จะแข่งขันในระดับสากลปัจจุบันเป็นที่น่าเสียดายที่สถาบันส่งเสริมอัจฉริยภาพและนวัตกรรมการเรียนรู้(สสอ.น.) โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ ได้ถูกผลักดันออกไปอยู่ร่วมกับ สำนักงานอุทยานการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ หรือ

ที่เรียกกันว่า TK Park ซึ่งหน่วยงานนี้ก็ไม่ได้ดำเนินการเกี่ยวกับเด็กกลุ่มนี้แต่อย่างใด คาดว่าในที่สุดแล้วสถาบันระดับชาติที่มีหน้าที่ดูแลเกี่ยวกับผู้มีความสามารถพิเศษของประเทศไทย คงจะค่อยๆ เลื่อนหายไปไม่สามารถดำรงอยู่ต่อไปได้หากรัฐบาลไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษอย่างจริงจัง

สรุปความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย นับว่ามีมาช้านานแล้ว โดยโครงการส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากความพยายามของนักวิชาการและความจำเป็นของประเทศต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามความพยายามดังกล่าวในอดีตที่ผ่านมาอยู่ในลักษณะต่างคนต่างทำ โดยรัฐบาลเพิ่งจะมาผลักดันให้เกิดความเปลี่ยนแปลงเป็นรูปธรรมในภาพรวมเป็นครั้งแรก คือ การตราบทบัญญัติ กฎหมายการศึกษาพิเศษในการกำหนดแผนพัฒนาการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ

5.2 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

วรณัฐ ตุนทกิจ (2553) ได้กล่าวถึงความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ ภาษาอังกฤษจะใช้คำว่า Gifted Child หรือ Talented Child ซึ่งมักจะเรียกสลับไปมาโดยยังไม่มีข้อยุติที่แน่นอน เช่นเดียวกับในภาษาไทยเองก็มักจะมีคำเรียกหลายอย่างแตกต่างกันไป เช่น เด็กเก่ง เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กอัจฉริยะ หรือเด็กปัญญาเลิศ เป็นต้น ซึ่ง เรนซูลลี (Renzulli) ได้กล่าวถึงหลักทฤษฎีสามห่วงซึ่งแสดงถึงความเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษว่าจะประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการดังนี้

ประการที่ 1 มีความสามารถสูงกว่าปกติ (Above average ability)

ประการที่ 2 มีความมานะมุ่งมั่นในงาน (Task commitment)

ประการที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

พิชากร แปลงประสพโชค (2540) ให้ความหมายเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงเด็กนักเรียนที่มีทักษะความคิดระดับสูงในทัศนะของบลูม มีความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และมีความสามารถสูงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุพร ริมชลการ (2543) ให้ความหมายเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าหมายถึง นักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์การคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้วยเครื่องมือคัดเลือกที่ประกอบด้วยการเสนอชื่อ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

จากการที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง

คณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีทักษะการคิดในระดับสูง (Higher Order Thinking) มีความสามารถในการให้เหตุผล มีทักษะในการคิดคำนวณและทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนโดยทั่วไป

5.3 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เฮาส์ (House, 1991 อ้างถึงใน วรรณข ตุนทกิจ, 2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. มีความแน่วแน่มที่จะเลือกทำคณิตศาสตร์เมื่อเขามีโอกาสเลือกทำกิจกรรม
2. เรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วเร็วกว่านักเรียนในชั้นหรือวัยเดียวกัน
3. มักจะข้ามขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือใช้วิธีรวบรัดและมักจะใช้วิธีในการแก้ปัญหาที่คนอื่นคาดไม่ถึง
4. ชอบที่จะทำปัญหาในลักษณะที่เป็นนามธรรม มักจะไม่ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม
5. มีความสนุกและประสบความสำเร็จในการหารูปแบบ ความสัมพันธ์และชอบที่จะอธิบาย
6. ตั้งใจและทุ่มเทเวลาให้กับการแก้ปัญหาที่สนใจ
7. มีความสามารถเชิงเหตุผลและความจำ
8. ชอบและให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาใหม่กับปัญหาต่างๆ ที่แก้มาแล้ว
9. ชอบที่จะตั้งปัญหาที่มีลักษณะที่ไม่เหมือนใคร
10. สามารถกำกับและควบคุมตนเองได้อย่างอิสระ
11. สนุกสนานกับการแก้ปัญหาที่เป็นปริศนา (Puzzles) และเกมต่าง ๆ

อุษณีย์ โพธิสุข (อุษณีย์ โพธิสุข, 2543 อ้างถึงใน วรรณข ตุนทกิจ, 2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักคณิตศาสตร์ไว้ 31 ข้อดังนี้

1. ชอบอ่านประวัติและผลงานของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
2. สนใจศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับตัวเลข
3. รักและหลงใหลในตัวเลข เช่น เลือกรับของเครื่องใช้ที่มีตัวเลข
4. ชอบคบหากับคนที่มีความสนใจทางคณิตศาสตร์โดยไม่จำกัดวัย
5. ชอบเล่นตัวต่ออย่างๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง
6. หมกมุ่น ครุ่นคิดและฝึกฝนโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง
7. เปื่อใจห้อยเลขหรือบทเรียนที่ไม่ท้าทาย ซ้ำซากหรือง่ายเกินไป
8. ใช้วิธีแปลกใหม่ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ชอบทำตามวิธีที่คนอื่นทำ

9. ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
10. คิดโจทย์ปัญหาได้อย่างพลิกแพลง ซับซ้อนและมองเห็นแง่มุมที่คนอื่นคิดไม่ถึง
11. เป็นคนมีจินตนาการดี สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้หลายมิติ
12. เป็นคนช่างคิด มีวิธีคิดที่ดี มีไหวพริบ
13. เข้าใจความหมายของจำนวนและตัวเลขอย่างรวดเร็ว
14. มีเหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจ
15. ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุต่อกัน
16. ชอบวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์เรื่องต่างๆ อย่างมีเหตุผล
17. สนใจเรื่องนามธรรมเกี่ยวกับเวลา อากาศ และมิติของเวลา
18. มองเห็นความสัมพันธ์ เชื่อมโยงโครงสร้างและความสมดุลของสิ่งต่างๆ
19. เรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
20. ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์
21. ชอบชั่ง ตวง วัด นับ
22. ชอบจัดลำดับหมวดหมู่สิ่งของ หรือวาดรูปในลักษณะที่เรียงตามลำดับ
23. ได้คะแนนทดสอบทางคณิตศาสตร์สูง
24. สรุปความคิดในเชิงคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว
25. เชื่อมโยงประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอื่นๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล
26. จดจำความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัญหาและหลักการหาคำตอบที่ผ่านมาได้ดี
27. เชื่อมมั่นในคำตอบหรือหลักเกณฑ์การคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเอง
28. มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเดียวกันได้หลายรูปแบบ
29. ชอบโจทย์คณิตศาสตร์ที่ยาก
30. มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของโครงสร้างและความสมดุลของสิ่งต่างๆ
31. มีแนวโน้มที่จะมองอะไรๆ โยงมาเกี่ยวพันกับคณิตศาสตร์ได้หมด

จากการที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะที่เป็นแกนสำคัญของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ 3 ประการคือ

1. มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง
2. มีความพร้อมที่จะเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
3. มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

5.4 การค้นหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

อุษณีย์ โพธิ์สุข (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2543 อ้างถึงใน วรรณช ทุนทกิจ, 2553) ได้กล่าวถึงการสำรวจหาความสามารถเฉพาะทางของเด็กซึ่งมีขั้นตอนตามหลักวิชา ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจแบบคร่าวๆ (Screening) อาจใช้วิธีการดังนี้

- 1.1 การเสนอชื่อ โดยครูผู้ปกครอง ครูแนะแนว และนักจิตวิทยา เป็นต้น
- 1.2 รายงานจากครูเกี่ยวกับตัวเด็ก เช่นความสามารถทางสติปัญญา ความกระตือรือร้น
- 1.3 ประวัติจากครอบครัวเกี่ยวกับพัฒนาการ พฤติกรรมในวัยเด็ก การแก้ปัญหา
- 1.4 ผลการเรียน ผลงานเด็ก
- 1.5 ผลจากแบบสำรวจที่ใช้สำรวจความสามารถของเด็กหลายๆ ด้าน
- 1.6 ผลการสำรวจความสนใจ
- 1.7 แบบทดสอบสติปัญญาแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นเจาะลึก เป็นขั้นที่หาความถูกต้องแม่นยำโดยใช้ข้อมูลที่คัดมาแล้วและทำการทดสอบเพิ่มเติมโดยการสัมภาษณ์พ่อแม่ ครู ตัวเด็ก การทดสอบเฉพาะสาขา การทดสอบด้วยแบบทดสอบสติปัญญาเป็นรายบุคคล หรือการทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 3 ขั้นคัดเลือกขั้นสุดท้าย เป็นการคัดเลือกโดยใช้ข้อมูลในขั้นที่ 2 คัดเลือกให้เหลือเด็กประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญร่วมตัดสิน

5.5 หลักในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

สำนักนโยบายด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและโอกาสทางการศึกษา (2553) ได้กล่าวถึงหลักในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้

1. จัดเนื้อหายากและท้าทายกว่าหลักสูตรสำหรับเด็กทั่วไป
2. มีการเชื่อมโยงและบูรณาการกันในหลายๆ วิชา
3. ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเลือกสิ่งที่ตนเองจะเรียน
4. จัดกระบวนการเรียนการสอนที่สลับซับซ้อนลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ
5. เน้นกระบวนการทางความคิดระดับสูง
6. มีกิจกรรมที่ตอบสนองความหลากหลายของกระบวนการเรียนรู้
7. ตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาผลงานหรือผลการเรียนรู้ของเด็กให้ชัดเจน

8. ให้ความสนใจกับความมุ่งมั่นในความสำเร็จ ความกระตือรือร้นและ การเปลี่ยนแปลง ภายในที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ของเด็ก ที่ส่งผลดีต่อสังคม

9. เน้นพัฒนาการทางคุณธรรม จริยธรรม เป็นแกนนำ

10. เน้นการพัฒนาสมองทุกส่วน (Whole Brain Approach)

การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เป็นการกระตุ้นศักยภาพเด็กได้แสดง ความสามารถที่แท้จริงออกมา ทำให้เด็กทุกคนสนุกสนาน ทำทายเด็ก และได้มีโอกาสสำรวจความ ถนัดของตนเอง ซึ่งเด็กในชั้นเรียนปกติก็จะได้รับประโยชน์จากการจัดการศึกษาในลักษณะนี้ด้วย

5.6 การจัดโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

สำนักนโยบายด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและโอกาสทางการศึกษา (2553) ได้กล่าวถึง วิธีการจัดโปรแกรมที่สำคัญ ซึ่งมี 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) เป็นวิธีการจัดการศึกษาแบบขยายกิจการใน หลักสูตร ให้กว้างและลึกซึ้งกว่าที่มีอยู่ในหลักสูตรปกติที่เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ เน้น กระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา และเด็กอาจใช้เวลามากกว่าหรือน้อยกว่าเวลาที่เด็กอื่นในชั้น เรียนเดียวกัน สามารถวางแผนในการจัดการศึกษาที่让孩子ที่มีความสามารถพิเศษระดับอายุ ต่างกัน แต่มีความสนใจและมีความสามารถด้านเดียวกันมาเรียนด้วยกันเป็นบางชั่วโมง โดยปรับ เนื้อหาในหลักสูตรให้เข้มข้นและกว้างขวางขึ้น การสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ ช่วยให้เด็ก พัฒนาสิ่งที่สนใจได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในการปูพื้นฐานทักษะการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์สืบสวนสอบสวน หา ความรู้ ความจริง และสนับสนุนให้เด็กได้ศึกษาหาความรู้ที่นอกเหนือจากจุดมุ่งหมายในการเรียน สำหรับเด็กปกติ เหมาะสำหรับเด็กที่ก้าวหน้ากว่าเพื่อน ๆ และอาจเบื่อหน่ายการเรียน ซึ่งลักษณะ การจัดกิจกรรมในการเรียนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ ใช้ชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล การทำโครงงานและการทัศนศึกษา ในการเรียนการสอนแบบเพิ่มพูน ประสบการณ์ในชั้นเรียน สามารถจัดกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. กิจกรรมแบบฝึกหัดต่างๆ จัดให้เปิดกว้าง เป็นคำถามในลักษณะปลายเปิดให้มากที่สุด
2. ให้เด็กได้มีส่วนร่วมในการเลือกเนื้อหา กิจกรรม หรือเสนอแนะรูปแบบการเรียนการสอน
3. ฝึกให้เด็กได้ศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลึกและชัดเจน
4. ปรับกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะกับลักษณะการเรียนรู้ (Learning Styles) ของเด็กแต่ละคน
5. ฝึกการทำโครงสร้างการเรียนรู้ แผนที่ความรู้ของตนเอง

6. จัดกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมเด็กในสิ่งที่เขาสนใจ พัฒนาทักษะกระบวนการทางความคิดระดับสูง และสามารถบูรณาการหลาย ๆ สาขาเข้าด้วยกัน มีความสามารถในการหลักสูตรได้ดีขึ้น การสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์สามารถจัดกับกลุ่มเด็ก ได้ดังนี้

1. จัดชั้นพิเศษให้กับเด็กที่มีความสนใจ มีความสามารถในเฉพาะวิชา การจัดห้องพิเศษที่นักเรียนมีระดับความสามารถพอ ๆ กัน มาเรียนร่วมกันเฉพาะวิชา (ไม่ใช่แยกห้องเด็กเก่ง เด็กอ่อน และไม่แยกวิชา) ช่วยให้ได้พัฒนาความสามารถได้ตามศักยภาพยิ่งขึ้น เพราะได้ทำงานที่เหมาะสมมากขึ้นและครูก็จัดกิจกรรมง่ายขึ้น ได้ทำงานที่ท้าทายทั้งครูและนักเรียน

2. จัดชั้นพิเศษบางเวลา เช่น เด็กเก่งคณิตศาสตร์ ศิลป ดนตรี กีฬา ฯลฯ นอกเวลาเรียนในวันเสาร์-อาทิตย์ ปิดเทอม อาจทำได้กับทั้งเด็กในโรงเรียนเดียวกัน ต่างชั้นเรียน และเด็กต่างโรงเรียนกัน

3. จัดกิจกรรมพิเศษในชั้นเรียนปกติ เป็นการจัดให้กับเด็กทุกระดับไว้ในกลุ่มเดียวกัน ในบางครั้ง เพื่อการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดพัฒนาการทางสังคมขึ้น แต่บางครั้งก็ควรจัดเด็กมีระดับการเรียนรู้เดียวกันไว้กลุ่มเดียวกัน เพื่อโอกาสในการใช้กิจกรรมเสริมที่ยากกว่าปกติ

ในปัจจุบันวิธีนี้เป็นที่นิยมแพร่หลายมาก สามารถจัดได้หลากหลายตามความสามารถพิเศษของเด็ก โดยไม่จำกัดเฉพาะวิชาในหลักสูตรเท่านั้น และมีผลกระทบทางจิตใจ อารมณ์ สังคม และกระบวนการเรียนรู้ในระยะยาวของเด็ก

2. วิทยายหลักสูตร (Extension) เป็นการจัดโปรแกรมการศึกษานอกหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ที่ตอบสนองของความสนใจและความสามารถเป็นรายบุคคล สามารถทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มได้ เด็กสามารถเรียนเกินกว่าหลักสูตร กิจกรรม และการดำเนินการจัดสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น

1. การทำโครงการพิเศษ
2. การเรียนในห้องศูนย์วิทย์พัฒนา
3. ทำศูนย์วิทยาการที่เป็นแหล่งกระตุ้นการเรียนรู้ตามความสนใจ ที่มีสื่อรูปแบบต่าง ๆ
4. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. เข้าร่วมกิจกรรมนอกหลักสูตร
6. ทำการกำหนดโครงการร่วมกัน
7. การเริ่มโครงการที่แปลกใหม่ร่วมกับนักเรียน
8. แคมป์วิชาการ หรือแคมป์ตามความสนใจของเด็ก

9. สร้างเครือข่ายกลุ่มที่มีความสนใจ หรือมีความพยายามแบบเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษระดับสูง

10. จัดระบบติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญที่จะเป็นพี่เลี้ยงให้เกิดความกระตุ้น เกิดมีการทำ ทายทางความคิด

11. สร้างความรับผิดชอบ วินัยในการเรียน ให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ

12. จัดการแข่งขัน ในบางครั้งการแข่งขันทำให้เกิดการกระตุ้น เกิดมีการทำ ทายทาง ความคิด และทำให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนจากการเปรียบเทียบและแข่งขัน เช่น โครงการโอลิมปิกวิชาการ การแข่งขันคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย เป็นต้น

13. การฝึกทักษะการเรียนรู้ เช่น การหาข้อมูล การใช้ข้อมูล การวินิจฉัย วิเคราะห์ ใช้ วิจารณ์ญาณกับข้อมูล การนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติ

3. วิธีลดระยะเวลาการเรียน (Acceleration) การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาการเรียน (Acceleration) เป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นทางการศึกษาได้มากขึ้นวิธีหนึ่ง แต่ ต้องมีกระบวนการที่ถูกต้อง รัดกุม จึงจะเป็นผลดีกับเด็ก การจัดการศึกษาให้กับเด็กที่สามารถ เรียนร่วมกับผู้อื่นได้สูงกว่าวัยของตนเอง เรียกว่า การสอนแบบลดระยะเวลาดังนั้น วิธีนี้ใช้กันมา นานในทุก ๆ ประเทศ ซึ่งกลยุทธ์ในการจัดการมีมากมายหลายแบบ แต่ที่เรามักจะพบคือการให้ เด็กข้ามชั้นเรียน โดยขาดกระบวนการที่ครบถ้วน ทำให้เด็กมีผลเสียทางด้านอื่นได้ในภายหลัง ซึ่ง หลักการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาการเรียนสามารถทำได้ ดังนี้

1. ให้เข้าเรียนเร็วกว่าวัยของเด็กปกติมาก ในกรณีที่เด็กมีความพร้อมสูง มากได้รับ การตรวจสอบจากนักจิตวิทยาที่เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสามารถ มีความมั่นคงทาง อารมณ์ สังคม และมีวุฒิภาวะมากกว่า เพื่อวัยเดียวกัน และไม่ใช่เป็นสิ่งที่พ่อแม่ต้องการให้เลื่อน

2. ข้ามชั้นเรียน ต้องมีการกลั่นกรองตามกระบวนการที่ดี ดังที่กล่าวข้างต้น โดย พิจารณาจากเด็กที่ชอบทำงานที่ยากๆ สลับซับซ้อน

3. ให้เรียนในชั้นสูงกว่าบางวิชา วิธีนี้ได้ผลดีมากและเด็กไม่ถูกเพ่งเล็งมากนัก

4. ให้ทำงานในชั้นสูงกว่า แต่เด็กยังอยู่ในชั้นเดียวกับเพื่อน

5. ย่นหลักสูตรให้เด็กจบเร็วขึ้น โดยที่มีเนื้อหาเท่าเดิม

6. จัดกลุ่มเด็กที่มีความสามารถเรื่องเดียวกัน แต่ต่างชั้นกัน มาเรียนด้วยกัน

ในการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียนนั้นควรพิจารณาจากลักษณะเด็กที่ดังนี้

1. มีความสามารถมากกว่าเด็กในวัยเดียวกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

2. มีความกระหายที่จะเรียนรู้ โดยไม่เครียด

3. มีวุฒิภาวะทางอารมณ์และสังคมเหมาะสมกับอายุ
4. เด็กมีความพร้อมที่จะแยกจากเพื่อน
5. พ่อแม่ ผู้ปกครอง และโรงเรียน มีความเห็นตรงกันว่า ควรใช้กระบวนการ จัดการศึกษาแบบนี้นับกับเด็ก
6. ต้องมีความแน่ใจว่าไม่เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใหญ่ที่อาจ เป็นพ่อแม่ หรือครู ที่ตั้งความหวังกับเด็กสูงเกินไปจริง
7. ต้องมีคนดูแลและรับผิดชอบในการจัดครั้งนี้อย่างเป็นระบบต่อเนื่อง มี เกณฑ์ความสามารถทางสติปัญญาสูง IQ เกิน 130 ขึ้นไป (ในกรณีเด็ก ที่มีความสามารถทางการเรียน) ได้รับการตรวจสอบจากนักจิตวิทยาผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสามารถของเด็ก

การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาการเรียน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียน ดังนี้

1. สามารถเรียนตามศักยภาพของตัวเอง
2. เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนสิ่งที่ยากขึ้น ให้เหมาะสมกับความสามารถและศักยภาพของตัวเอง
3. ลดทัศนคติทางลบกับการเรียนรู้ ลดความท้อแท้ของตัวช่วยเด็กเก่งไม่ให้ เปื่อหน่ายการเรียนในวิชาปกติ ที่เขาไปได้เร็วกว่าเพื่อน ๆ เป็นการ ป้องกันไม่ให้เกิดการถดถอยทางศักยภาพของเด็ก หรือทำลายศักยภาพของตนเอง
4. การใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำปรึกษาดูแล (Mentoring) เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางมาช่วยเด็กที่มีความสามารถโดดเด่น มักจะทำในระดับมัธยมกับที่เด็กมีความสนใจอย่างเด่นชัด และมีทักษะพื้นฐานทางสังคมดี ทางการจัดระบบวิธีเรียนของตนเองได้ดีแล้ว ซึ่งเด็กสามารถทำงานภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เช่น อาจารย์มหาวิทยาลัย ครูที่สนใจเรื่องเดียวกับเด็ก บุคคลในละแวกบ้าน ทนาย นักเคมี นักประวัติศาสตร์ สถาปนิก และผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ การใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำปรึกษาดูแล มีการดำเนินการดังนี้
 1. คัดเลือกนักเรียนจากผลงาน ความสนใจ ความต้องการของนักเรียนที่อยากจะเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ
 2. เสาะหาและคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีจิตใจอยากที่จะถ่ายทอดความรู้ และทำงานร่วมกับเด็กที่สำคัญคือ ผู้นั้นต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ และประสบความสำเร็จในวิชาชีพของตน
 3. หางบประมาณหรือความช่วยเหลือพิเศษจากแหล่งต่าง ๆ เพราะการเรียนรู้ในลักษณะนี้มักจะมีค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การทำโครงการ การทดลอง

4. การใช้วิธีการทางการศึกษาที่ดีไม่ควรยึดวิธีการเดียว เพราะทำให้เกิดสภาพการศึกษาที่ไม่ยืดหยุ่นตามความต้องการ หรือสภาพความสามารถของเด็ก การกำหนดและเลือกใช้วิธีการจัดการศึกษาจะไม่ตายตัว มีการปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลา (Dynamic Process) และควรใช้วิธีหลายอย่างในโครงการเดียวกัน เช่น อาจใช้ทั้งแบบ Enrichment, Extension, Acceleration และ Mentoring โดยมีแนวพิจารณาจากความต้องการและความสามารถของเด็ก ควบคู่ไปกับความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการของโรงเรียน

นอกจากนี้ สำนักนโยบายด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและโอกาสทางการศึกษา (2553) ยังได้ให้แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ไว้โดยสรุปได้ดังนี้

1. จัดโครงการวันเสาร์และระหว่างปิดภาคเรียน
2. ทำโครงการพิเศษ เช่น โครงการวิทยาศาสตร์
3. จัดโครงการพิเศษ เช่น โครงการค่าย ฯลฯ
4. จัดการศึกษาเฉพาะรายบุคคล
5. เน้นเสริมความสามารถ
6. จัดชมรมหรือกลุ่มที่มีความสามารถและความสนใจใกล้เคียงกัน
7. เรียนภาษาอื่น หรือสาขาวิชาใดที่เด็กสนใจเรียนเฉพาะให้ลึกซึ้งมากขึ้น
8. ย่นเวลาเรียนบางวิชา/บางชั้น
9. จัดโครงการฝึกทักษะความคิดระดับสูง ความสามารถทางสังคม ภาษาที่สอง และ การเรียนด้วยตนเอง
10. จัดโครงการเสริมความก้าวหน้าโดยให้เรียนสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้น หรือให้เรียนในชั้นที่สูงกว่าในบางวิชา
11. จัดการศึกษาเฉพาะเรื่อง
12. จัดห้องศูนย์วิทย์พัฒนา โดยจัดให้มีการแข่งขันประกวดต่างๆ การพัฒนาศูนย์สื่อสาร การเรียนด้วยตนเอง หรือการฝึกให้เด็กเป็นผู้สอน
13. จัดชั้นเรียนพิเศษในแต่ละวิชาโดยไม่แยกเด็กเก่งรวมไว้ในห้องเดียวกันทุกวิชา
14. เข้าเรียนเร็วกว่าวัย
15. เรียนจบ 2 หลักสูตร

ดังนั้น การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางนั้น จะต้องดัดแปลงตามความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของแต่ละโรงเรียน ที่

สามารถจัดให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน การให้ความช่วยเหลือเด็กเหล่านี้จำเป็นต้องสร้างระบบโครงสร้างทางการศึกษา ที่จะสามารถรองรับความต้องการในส่วนนี้ได้

5.7 ลักษณะของครูคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เฮาส์ (House, 1991 อ้างถึงใน วรนุช ตุนทกิจ, 2553) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของครูคณิตศาสตร์ ที่จะสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้

1. มีสุขภาพดี ยอมรับความจริง ไวต่อความรู้สึกของคนอื่น ยอมรับนับถือบุคคลอื่น จริงใจ
2. ยืดหยุ่น และเต็มไปด้วยข้อมูล
3. แข็งแรงและมีชีวิตชีวา
4. มีประสบการณ์และวุฒิภาวะ
5. มีพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่แข็งแกร่งและมีปริญญาดุษฎี
6. มีความสนใจใฝ่รู้ทั้งในสาขาคณิตศาสตร์และอื่นๆ
7. มีบุคลิกที่แสดงออกถึงความกระตือรือร้นทางคณิตศาสตร์และการสอน สามารถทำให้มีการสอนมีชีวิตชีวาและชอบแลกเปลี่ยนแนวความคิด
8. ใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ความสนใจในการกระทำของนักเรียนและยอมรับในความสามารถของนักเรียน เป็นผู้นำ เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ สามารถรับฟังและเรียนรู้จากเด็กกว่าเด็กพูดอะไรและทำอะไร
9. มีอารมณ์ขันและสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน
10. เข้าใจสังคม อารมณ์ ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษและชอบที่จะสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ
11. เข้าใจความคิดและรูปแบบการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยเฉพาะเมื่อเด็กมีความแตกต่างจากตัวครูเอง ยอมรับแนวคิดที่แปลกใหม่และอดทนต่อความคลุมเครือ
12. กระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ ความคิดใหม่ๆ มองการสอนเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคล
13. มีความเชื่อมั่นในตนเองและความสามารถของตนไม่ถูกชักจูงโดยเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ไม่หวั่นไหวจากการท้าทายของนักเรียนแต่มั่นคง ในการผลักดันให้ไปสู่เป้าหมายที่เป็นการค้นหาความรู้ใหม่ด้วยกัน เห็นคุณค่าของความเปลี่ยนแปลง ความงอกงามและยอมรับในความเป็นจริงของตนเองและผู้อื่น

6. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยของนักวิชาการคณิตศาสตร์ศึกษา พบว่า มีผู้ให้ความหมายของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ NCTM (2009) กล่าวถึง ความหมายของ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning Skills) เป็นสิ่งที่ทำให้ กระบวนการสร้างข้อสรุปบนแนวทางของสมมติฐานที่ตั้งไว้สำเร็จลง และเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปเราจะใช้ทักษะการให้เหตุผลในการพิสูจน์ อย่างไรก็ตามทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การให้เหตุผลแบบอุปนัยหรือการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการและการให้เหตุผลแบบนิรนัยซึ่งเรียกว่าเป็นการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) การให้เหตุผลเป็นทักษะ กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียน สามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าสอนแบบให้จดจำ การ สอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจำ ได้ดีและนานกว่าเดิม

กนกวลี อุษณกรกุล (2551) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการอธิบาย เพื่อให้เข้าใจในเรื่องต่างๆ เข้าใจระบบขั้นตอนหรือรายละเอียดและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่ง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นเหตุหรือข้ออ้าง และส่วนที่เป็นผลหรือข้อสรุป

พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร (2553) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่ต้องอาศัยสมมติฐานบางอย่าง โดยสมมติฐานเหล่านี้อาจได้มาจากการสังเกต ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติหรือประเพณีและวัฒนธรรมที่ปฏิบัติติดต่อกันมาตลอดจนเป็นที่ ยอมรับของคนทั่วไป

สมัย เหล่าวานิชย์ (2554) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นเครื่องมือที่มนุษย์ ใช้สำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยการวิเคราะห์แจกแจงเหตุการณ์หรือสมมติฐานที่กำหนด ขึ้นมา ทำให้ได้ผลหรือข้อเท็จจริงใหม่ขึ้นมาได้

สมเดช บุญประจักษ์ (2551) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่ สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. ความสามารถในการหาข้อสรุป
3. ความสามารถในการแสดงข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปของแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล

6.2 องค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับ องค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
3. ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป
4. ความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

6.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักคณิตศาสตร์ศึกษา ได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

สมัย เหล่าวานิชย์ (2554) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยมีเหตุผล ย่อยๆ หลายเหตุผล เหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระจากกัน มีความสำคัญเท่าๆ กัน เหตุทั้งหลาย เหล่านี้จะรวมกันเพื่อนำไปสู่ผลสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยมีเหตุใหญ่ และเหตุย่อยลดหลั่นกันตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุใหญ่และเหตุย่อยจะทำให้เกิดผล สรุป

3. การให้เหตุผลแบบสัญชาตญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลซึ่งเกิดจากจิต ของแต่ละคน ยังไม่มีรูปแบบของการให้เหตุผลที่แน่นอน อาจเกิดขึ้นมาทันทีทันใดในเวลาใดเวลา หนึ่ง บางคนเกิดขึ้นบ่อยๆ บางคนนานๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง การเกิดขึ้นแต่ละครั้งบางทีก็อยู่นาน บาง ทีก็อยู่ไม่นาน ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ความรู้ที่เกิดจากการให้ เหตุผลแบบนี้เป็นความรู้ที่คิดว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องนำความรู้เหล่านี้ไป

พิสูจน์เพื่อค้นหาเพื่อค้นหาความจริงต่อไปอีก ในกรณีที่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าความรู้นั้นเป็นจริง แต่ก็ยังไม่มีใครค้นพบข้อขัดแย้ง (Contradiction) ของความรู้นั้นได้ ความรู้นั้นก็จะถูกกำหนดให้เป็นกติกากฎหรือข้อตกลงร่วมกัน เพื่อเป็นหลักในการศึกษาหาความรู้ในเรื่องอื่นๆ ต่อไป ถ้าความรู้นั้นสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง ความรู้นั้นก็จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี ซึ่งสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการศึกษาต่อไป

กนกวลี อุษณกรกุล และคณะ (2551) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการพิจารณาว่า สิ่งที่กำหนดให้สนับสนุนผลสรุปเท่านั้น เป็นการค้นหาความจริงจากการสังเกต การใช้ประสบการณ์ ใช้เหตุการณ์เฉพาะที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน หลายๆ ครั้ง การทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วคาดคะเนผลสรุป บางครั้งเป็นการสรุปจากกรณีย่อยๆ แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้ทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้อาจได้ผลที่เป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่อ้างว่าสิ่งที่กำหนดให้ยืนยันผลสรุป โดยกำหนดให้เหตุหรือข้อสมมติเป็นจริง หรือยอมรับว่าเป็นจริงแล้วใช้ความรู้พื้นฐานหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ยอมรับกันมาก่อนว่าเป็นจริงสรุปผลจากเหตุที่กำหนดให้

พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร (2553) ได้กล่าวว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการสรุปผลในการค้นหาความจริงจากการสังเกต การทดลองหลายๆ ครั้ง หรือจากเหตุการณ์ย่อยๆ แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้ในรูปแบบทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการสรุปผลในการค้นหาความจริงของเหตุการณ์ย่อยๆ โดยอ้างถึงเหตุผลจากเหตุใหญ่ หรือสมมติฐานทั่วไปที่เรายอมรับว่าเป็นจริงในขณะนั้น

เลิศ สิทธิโกศล (2539) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการสรุปผลจากเหตุย่อยๆ หลายๆ เหตุ หรือความรู้ย่อยๆ หลายๆ ความรู้ โดยแต่ละเหตุหรือความรู้นั้นเป็นอิสระต่อกัน

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลจากการสรุปผล โดยการสรุปผลจากเหตุใหญ่ หรือความรู้ใหญ่มาเป็นความรู้ย่อย (ผลสรุป) จะเห็นได้ว่า

ผลสรุปที่ได้กล่าวจากการให้เหตุผลแบบนิรนัยถูกบังคับจากเหตุหรือความรู้เดิมที่ยอมรับกันมาแล้วอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น ผลสรุปที่ได้จึงอยู่ในวงจำกัดเฉพาะเหตุเท่านั้นจะสรุปผลกว้างไปกว่านั้นไม่ได้ การให้เหตุผลแบบนี้พบมากในวิชาคณิตศาสตร์ โดยจะนำเอา นิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป ซึ่งถ้าสามารถสรุปได้สมเหตุสมผล (Valid) ก็จะเกิดเป็นกฎ (Law) หรือทฤษฎีบท (Theorem) ตามมา

6.4 การวัดและประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ข้างต้นนั้น เพื่อให้การวัดประเมินผลทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างยุติธรรม ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) มาสังเคราะห์และพัฒนาเป็นเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	ความหมาย
ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในกระบวนการแก้ปัญหา	3	สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	ไม่สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้
ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล	3	สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้ถูกต้องทั้งหมด
	2	สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้เลย

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	ความหมาย
ความสามารถในการ ตัดสินความถูกต้องของ ข้อสรุป	3	สามารถตรวจสอบว่าคำตอบจากการแก้ปัญหา มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยแสดงวิธีการได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	2	สามารถตรวจสอบว่าคำตอบจากการแก้ปัญหา มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยแสดงวิธีการได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	1	ไม่มีการตรวจสอบหรือไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบจากการแก้ปัญหา มีความสมเหตุสมผลหรือไม่
ความสามารถในการ จัดลำดับขั้นตอนของการ ให้เหตุผล	3	สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม โดยเรียงลำดับเหตุ – ผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการ
	2	สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลได้เพียงบางส่วน โดยเรียงลำดับเหตุ – ผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการ
	1	ไม่สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการได้

ระดับคุณภาพ (คะแนน) :

10 – 12 หมายถึง ดีมาก, 7 – 9 หมายถึง ดี, 4 – 6 หมายถึง ปานกลาง และ 1 – 3 หมายถึง พอใช้

7. ความพึงพอใจ

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกดี ที่ประทับใจหรือเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับในเชิงบวก โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ

คณิต ดวงหัตถ์ (2537) ได้นำเสนอความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงานและองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่น ๆ ถ้างานที่ทำหรือองค์ประกอบเหล่านั้นตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลได้ บุคคลนั้น จะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้นจะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญาให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพ

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

Hornby (2000) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีเมื่อประสบความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้น

Quirk (1987) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกมีความสุขหรือความพอใจเมื่อ ได้รับความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการ

Wolman (1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีมีความสุข เมื่อคนเรา ได้รับผลสำเร็จ ตามความมุ่งหมาย ความต้องการ หรือแรงจูงใจ

จากการที่นักการศึกษาไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ นั้น ทำให้พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ชอบ มีความสุข ประทับใจของบุคคลที่มีต่อ สิ่งที่ได้รับในเชิงบวก โดยเมื่อเกิดความพึงพอใจในสิ่งเรานั้นแล้วบุคคลจะทุ่มเท พยายามเพื่อให้ ได้มาซึ่งสิ่งเรานั้นอีก ซึ่งสิ่งเรานั้นอาจจะเป็นสิ่งของหรือความสำเร็จที่บุคคลต้องการก็ได้

7.2 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555) ได้เสนอแนวคิดในการสร้างแบบสอบถาม ความพึงพอใจไว้ว่า การสร้างแบบสอบถามความพึงใจในการใช้สื่อนวัตกรรมทางการศึกษามี ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
3. ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญ
4. ประเมินความสอดคล้องของข้อความถามกับเรื่องที่ถาม
5. วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง
6. นำไปทดลองใช้
7. จัดพิมพ์และนำไปเก็บข้อมูลความพึงพอใจ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

ปริษฐ์ จันทรหอม (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's

Sketchpad (GSP) เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 81.09/80.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตศรา ใจนรี (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (THE GEOMETER'S SKETCHPAD) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า 1) บทเรียนปฏิบัติการ GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องและความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีประสิทธิภาพ 76.30/80.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย อยู่ในระดับมาก

อมรรัตน์ แสงทอง (2553) การทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 88.49/83.48 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากที่สุด

สุไพ รัตนาคินทร์ (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างด้วยโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อประกอบการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างจากโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างจากโปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างจากโปรแกรม GSP อยู่ในระดับพอใจมาก

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETERT'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทยศ ถนอมศักดิ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคแบบ K-W-D-L และสื่อ GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดและโจทย์ปัญหากำหนดการเชิงเส้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค K-W-D-L และสื่อ GSP เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดและโจทย์ปัญหากำหนดการเชิงเส้นมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

วรางคณา ก้อนน้อย และคณะ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้ GSP ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ GSP มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81/80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักศึกษากลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในการเรียนในระดับมาก

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ashley (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้โปรแกรม GSP ในการปรับปรุงเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อการ

เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP แตกต่างจากก่อนได้รับการสอนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Noraini (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้โปรแกรม GSP ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตร่วมกับแนวคิดของเวนน์ ฮิลลี ผลการวิจัยพบว่าการใช้โปรแกรม GSP สามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการสอนของครูคณิตศาสตร์และทำให้ผู้สอนมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

Leong Kwan Eu (2012) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกราฟและฟังก์ชัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกราฟและฟังก์ชันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP เป็นไปในทิศทางที่ขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการวัดผลก่อนและหลัง (One - Group Pretest Posttest Design) ผสมผสานกับรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design) มาพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้ โดยมีนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 34 คน เป็นกลุ่มที่ศึกษา ดังนั้น เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้เกิดประสิทธิภาพและบรรลุตามจุดประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

การดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามจุดประสงค์การวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดการดำเนินการวิจัยไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

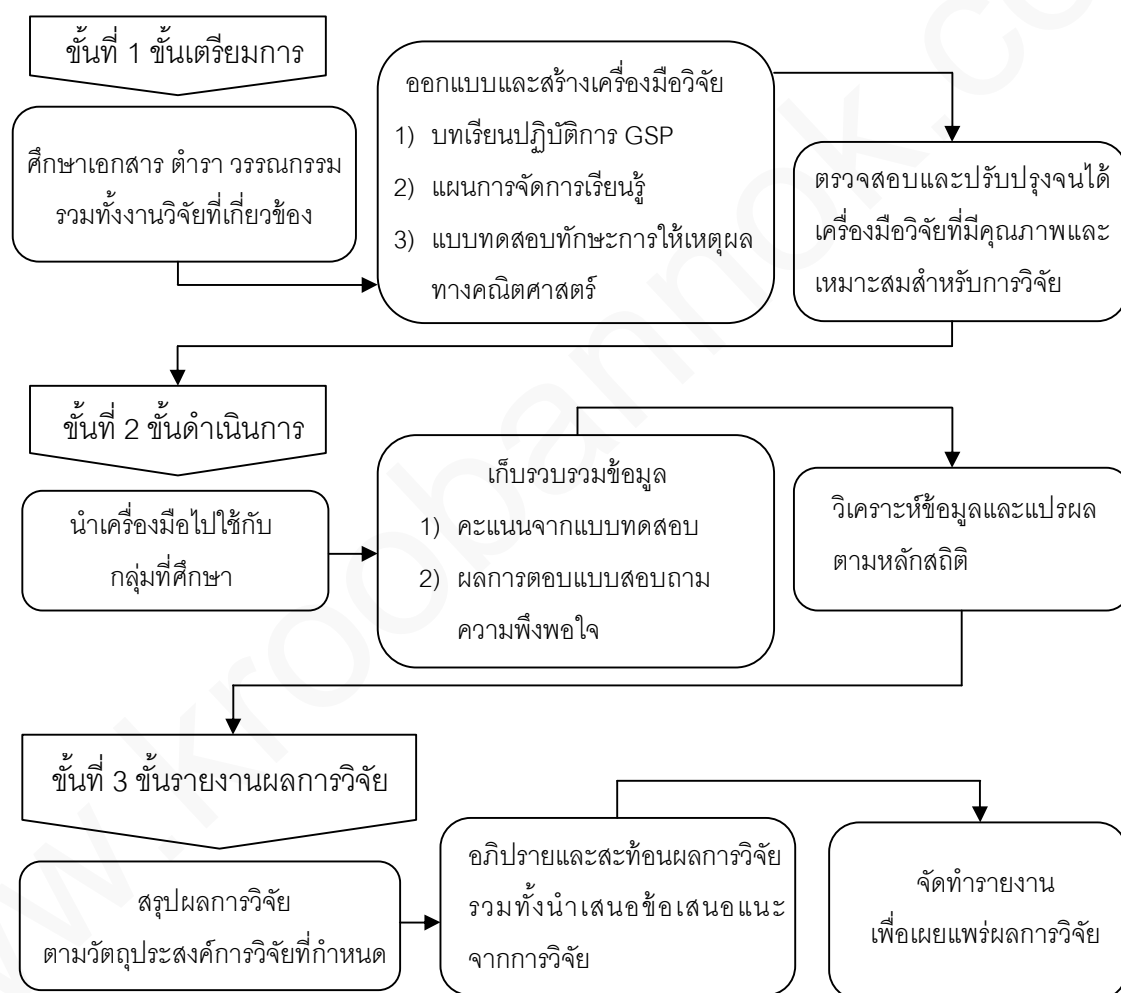
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และหาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยศึกษาเอกสาร ตำรา วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ จากนั้นดำเนินการสร้างเครื่องมือวิจัย อันประกอบไปด้วย บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน และแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 1 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย และทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ปรับปรุงคุณภาพจนได้เครื่องมือวิจัยที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นดำเนินการ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือวิจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษาเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐานและแปลผลข้อมูลตามหลักสถิติ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นรายงานผลการวิจัย เป็นขั้นที่ผู้วิจัยทำการอภิปรายผลการวิจัยตามหลักทฤษฎีเพื่อสะท้อนผลการวิจัยและนำเสนอข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป จากนั้นดำเนินการจัดพิมพ์รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

จากขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปรายละเอียดการดำเนินการวิจัยได้ดังแผนภาพ 3

แผนภาพ 3 การดำเนินการวิจัย



ระเบียบวิธีการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้เกิดประสิทธิภาพ และเป็นไปตามจุดประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรายละเอียดของการศึกษา อันประกอบไปด้วย กลุ่มที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ระยะเวลา แบบแผนการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะได้รับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการวัดผลก่อนและหลัง (One - group Pretest – Posttest Design) ผสมผสานกับรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design) มาพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบการวิจัยที่มีความเหมาะสมกับการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีลักษณะการทดลองดังนี้ (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2555 และสุวิมล ว่องวานิช, 2553)

ตารางที่ 2 รูปแบบการทดลองสำหรับการวิจัย

O_1	X	O_2	X	O_3	X	O_4	X	O_5
-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

- O₁ แทน การทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
- O₂ แทน การทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนครั้งที่ 1
- O₃ แทน การทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนครั้งที่ 2
- O₄ แทน การทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนครั้งที่ 3
- O₅ แทน การทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและประเมิน
ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสำรวจจุดเซนทรอยด์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้เขียนขึ้นโดยอิงหลักการออกแบบย้อนกลับ (สุริน ชุมสาย ณ อยุธยา, 2551) แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 90 นาที

2. บทเรียนปฏิบัติการ GSP มีลักษณะเป็นบทเรียนให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตามในห้องเรียนโดยทันที ซึ่งนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามสิ่งที่บทเรียนกำหนดไว้จึงจะสามารถบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนรู้ได้ ประกอบด้วยเนื้อหาหรือกิจกรรมทางเรขาคณิตจำนวน 4 กิจกรรม ได้แก่ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และการสำรวจจุดเซนทรอยด์ เมื่อนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาที่ต้องอาศัยการสำรวจ สร้างข้อคาดการณ์และยืนยันข้อความคาดการณ์นั้นแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดทำกิจกรรมเรขาคณิตและบันทึกผลการเรียนรู้ทุกครั้ง

3. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 5 ฉบับ ฉบับละ 1 ข้อ สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจเรขาคณิต อันประกอบด้วย คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ความสามารถในการตัดสินความถูกต้องของข้อสรุป ความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล โดยมีการพิจารณาให้คะแนนในแต่ละด้านตามเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ในการสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ

1.2 ศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้โดยอิงหลักการของ Backward Design (สุริน ชุมสาย ณ อยุธยา, 2551 และ พิมพ์พันธ์ เดชคุปต์, 2550)

1.3 คัดเลือกสาระการเรียนรู้ โดยการศึกษาทฤษฎีบททางเรขาคณิต เพื่อวิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการ GSP ทั้งนี้เพื่อให้ได้สาระการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญตามรายละเอียดในข้อ 1.2 และ 1.3

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากข้อ 1.4 ไปตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อคำถามดังนี้

- 1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของ Rowinelli and Hambleton (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

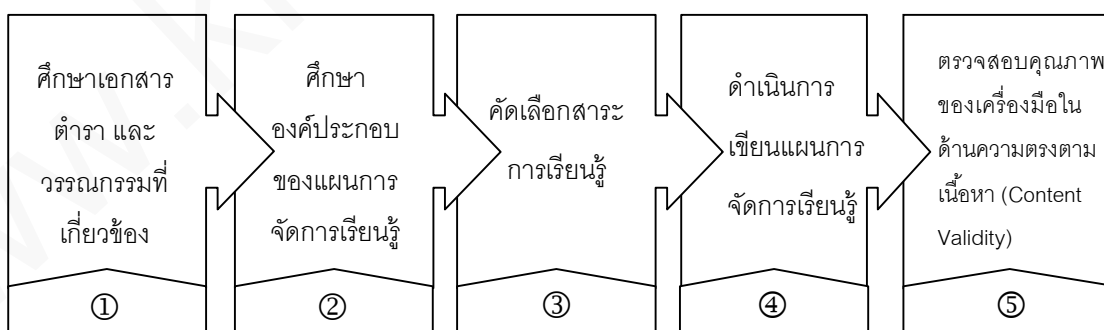
ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแต่ละข้อคำถามดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถคัดเลือกไว้ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

จากการพิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผลปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสำรวจจุดเซนต์รอยด์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เท่ากับ 1.00 จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

จากขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้

แผนภาพ 4 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้อย่างครบถ้วน



2. บทเรียนปฏิบัติการ GSP ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีในการสร้างบทเรียนปฏิบัติการ GSP จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่างๆ ทั้งในด้านของความหมาย องค์ประกอบที่สำคัญและกระบวนการในการสร้าง

2.1 ทำการคัดเลือกเนื้อหาสาระทางเรขาคณิตที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของระดับความยากง่ายและประโยชน์ในการนำไปใช้ จำนวน 4 เนื้อหา ได้แก่ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และการสำรวจจุดเซนทรอยด์

2.2 ดำเนินการสร้างบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่มีองค์ประกอบสำคัญ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ คำชี้แจงในการใช้บทเรียนปฏิบัติการ แบบทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบหลังเรียน แบบเฉลย และสรุปผลการเรียนรู้ และออกแบบบทเรียนปฏิบัติการ GSP ให้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

2.3 นำบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อคำถามดังนี้

- 1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของ Rowinelli and Hambleton (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแต่ละข้อคำถามดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถคัดเลือกไว้ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

จากการพิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผลปรากฏว่า บทเรียนปฏิบัติการ GSP มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 จากนั้นจึงนำบทเรียนปฏิบัติการ GSP ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

3. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasons Skills) เพื่อทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่สำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2 ทำการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สร้างเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีเนื้อสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ GSP

3.3 ทำการสังเคราะห์เกณฑ์การประเมินและตัวบ่งชี้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากฐานคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของข้อสรุป และความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3.4 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อคำถามดังนี้

- | | | |
|----|-------|--|
| -1 | เมื่อ | แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ |
| 0 | เมื่อ | ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์ |
| +1 | เมื่อ | แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์ |

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของ Rowinelli and Hambleton (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ดังนี้

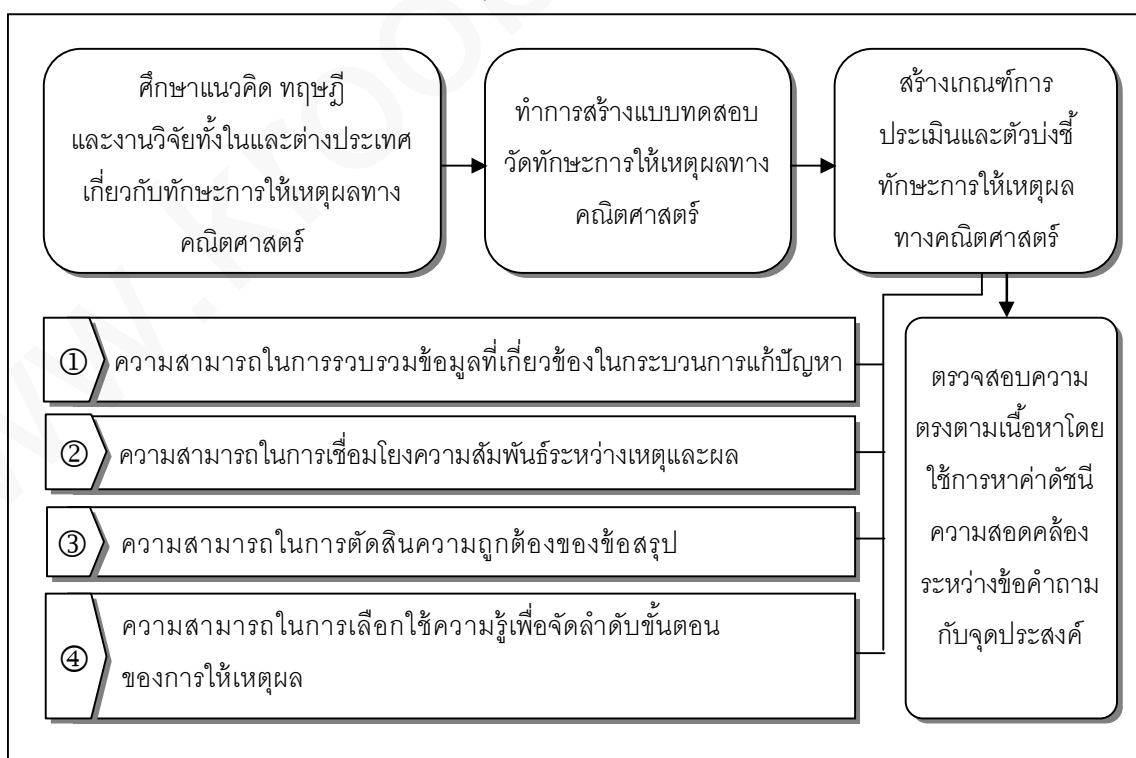
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 N แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแต่ละข้อคำถามดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถคัดเลือกไว้ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

แผนภาพ 5 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



เท่ากับ 1.00 และเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาเท่ากับ 1.00 เช่นเดียวกัน

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพโดยทำตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีในการประเมินความพึงพอใจ ทั้งในและต่างประเทศ

4.2 ทำการออกแบบและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยกำหนดให้มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของบทเรียนปฏิบัติการ ด้านเนื้อหา และประโยชน์ที่ได้รับ และด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมแล้วมีทั้งหมด 13 ข้อคำถาม

4.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยใช้แนวคิดของเบสท์ (Best, 1991 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2556) ซึ่งมีการแปลผลค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อคำถามดังนี้

-1	เมื่อ	แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
0	เมื่อ	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
+1	เมื่อ	แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของ Rowinelli and Hambleton (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแต่ละข้อคำถามดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถคัดเลือกไว้ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ผลจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มที่ศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมเป็นเวลา 50 นาที จากนั้นทำการทดสอบระหว่างเรียนกับกลุ่มที่ศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นทำการทดสอบระหว่างเรียนกับกลุ่มที่ศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมเป็นเวลา 50 นาที จากนั้นทำการทดสอบระหว่างเรียนกับกลุ่มที่ศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจจุดเซนทรอยด์เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นทำการทดสอบระหว่างเรียนกับกลุ่มที่ศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6. นำคะแนนการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ครั้งมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) การทดสอบทีแบบไม่อิสระต่อกัน (t – test for dependent)

7. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP จากนั้นนำผลการตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์เพื่อจัดอันดับความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP ในด้านต่างๆ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean : \bar{X}) มีสูตรการคำนวณ คือ (นพพร ธนะชัยนันท์, 2555)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	X_i	แทน	หน่วยข้อมูล
	N	แทน	จำนวนหน่วยข้อมูล
	\sum	แทน	ผลรวม

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2555)

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

เมื่อ S.D. แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนกำลังสอง
$(\sum X)^2$ แทน	กำลังสองของผลรวมของคะแนน
N แทน	จำนวนนักเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบทีแบบไม่อิสระต่อกัน (t – test for dependent) มีสูตรการคำนวณดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551; ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2552)

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

เมื่อ t แทน	การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที
D แทน	ความแตกต่างระหว่างคู่คะแนน
N แทน	จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการวัดผลก่อนและหลัง (One - Group Pretest Posttest Design) ผสมผสานกับรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design) มาพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้ โดยมีนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 34 คน เป็นกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t – test for dependent) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

คะแนน	N	Mean	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	34	7.68	2.10	33	8.52	0.000
หลังเรียน	34	10.44	1.26			

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าสถิติทดสอบที (t – test) มีค่าเท่ากับ 8.52 และค่า p – value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.01 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

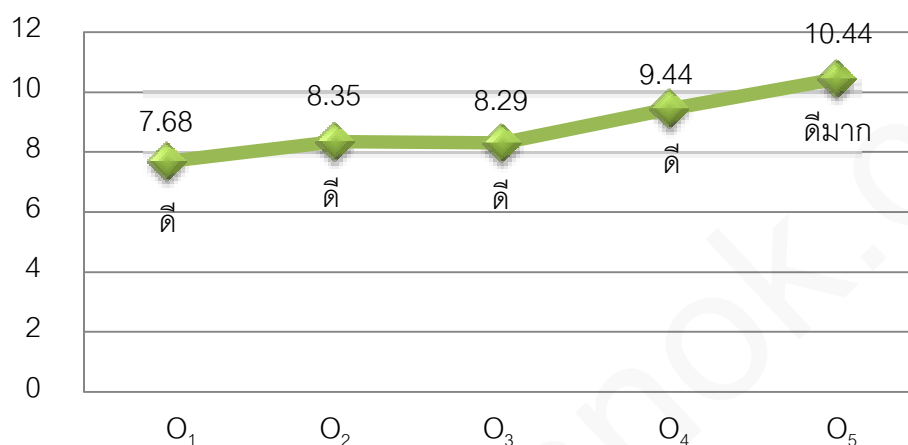
จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เพื่อศึกษาระดับพัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ผลการศึกษปรากฏดังตารางที่ 4 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 4 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	Mean	S.D.	ระดับคุณภาพ
ก่อนเรียน (O_1)	7.68	2.10	ดี
ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 (O_2)	8.35	1.74	ดี
ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 (O_3)	8.29	1.66	ดี
ระหว่างเรียนครั้งที่ 3 (O_4)	9.44	1.52	ดี
หลังเรียน (O_5)	10.44	1.26	ดีมาก

เพื่อเป็นการแสดงถึงแนวโน้มของพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน ผู้วิจัยขอเสนอแผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการทดสอบทั้ง 5 ครั้ง ดังนี้

แผนภูมิที่ 1 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้



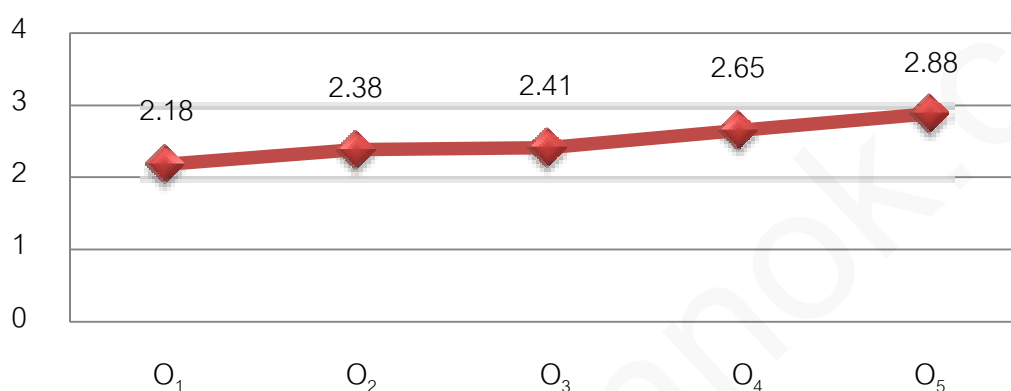
จากแผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้มีการพัฒนาจากระดับคุณภาพดี เป็นระดับดีมาก และมีแนวโน้มที่ค่าเฉลี่ยจะพัฒนาสูงขึ้น และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน อันได้แก่ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป และความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล ได้ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ตามตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	Mean	S.D.
ก่อนเรียน (O ₁)	2.18	0.63
ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 (O ₂)	2.38	0.49
ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 (O ₃)	2.41	0.50
ระหว่างเรียนครั้งที่ 3 (O ₄)	2.65	0.49
หลังเรียน (O ₅)	2.88	0.33

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในตารางที่ 5 สามารถนำเสนอเป็นแผนภูมิที่ 2 ดังนี้

แผนภูมิที่ 2 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้



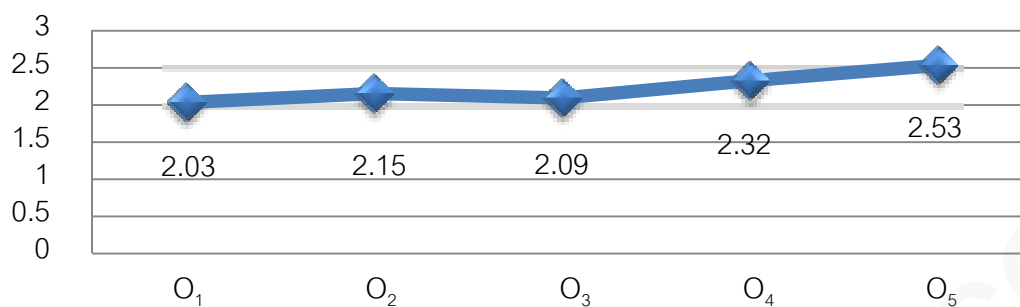
จากข้อมูลในตารางที่ 5 และแผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นว่าทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นและมีพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในการทดสอบครั้งที่ 4 และ 5

ตารางที่ 6 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	Mean	S.D.
ก่อนเรียน (O ₁)	2.03	0.52
ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 (O ₂)	2.15	0.44
ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 (O ₃)	2.09	0.45
ระหว่างเรียนครั้งที่ 3 (O ₄)	2.32	0.47
หลังเรียน (O ₅)	2.53	0.51

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในตารางที่ 6 สามารถนำเสนอเป็นแผนภูมิที่ 3 ดังนี้

แผนภูมิที่ 3 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้



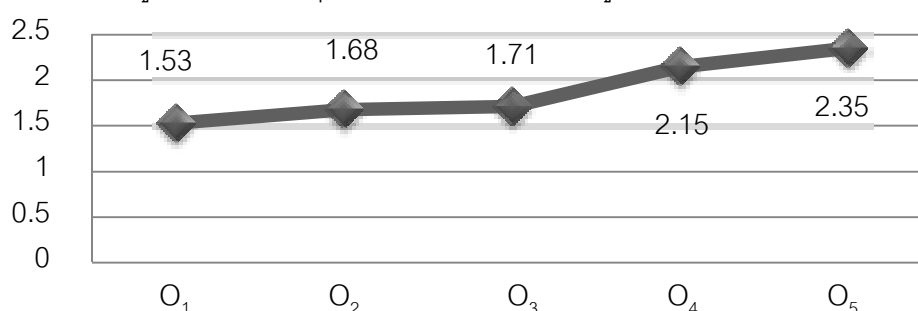
จากข้อมูลในตารางที่ 6 และแผนภูมิที่ 3 แสดงให้เห็นว่าทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่ยังไม่ชัดเจนเนื่องจากในการทดสอบครั้งที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำกว่าครั้งที่ 2 แต่กลับสูงขึ้นเมื่อทำการทดสอบครั้งที่ 3 แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเมื่อทำการทดสอบครั้งที่ 5

ตารางที่ 7 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจตามความต้องการของข้อสรุป ในระหว่างจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	Mean	S.D.
ก่อนเรียน (O ₁)	1.53	0.71
ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 (O ₂)	1.68	0.73
ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 (O ₃)	1.71	0.72
ระหว่างเรียนครั้งที่ 3 (O ₄)	2.15	0.56
หลังเรียน (O ₅)	2.35	0.49

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจตามความต้องการของข้อสรุปในตารางที่ 7 สามารถนำเสนอเป็นแผนภูมิที่ 4 ดังนี้

แผนภูมิที่ 4 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจตามความต้องการของข้อสรุปในระหว่างจัดการเรียนรู้



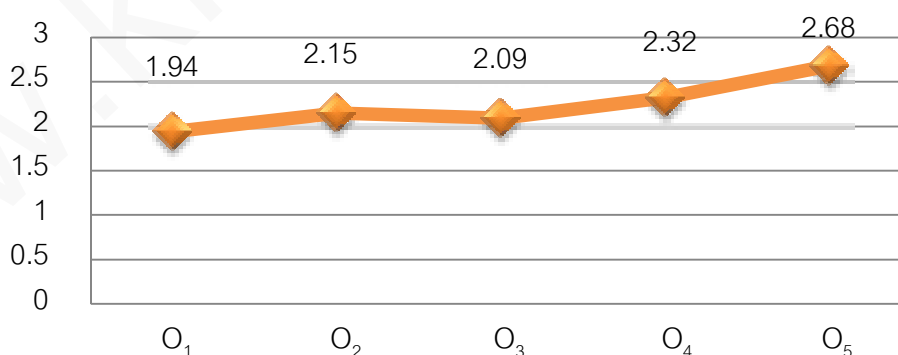
จากข้อมูลในตารางที่ 7 และแผนภูมิที่ 4 แสดงให้เห็นว่าทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการตัดสินความถูกต้องของข้อสรุปมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นและมีพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในการทดสอบครั้งที่ 4 และ 5

ตารางที่ 8 พัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	Mean	S.D.
ก่อนเรียน (O_1)	1.94	0.74
ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 (O_2)	2.15	0.70
ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 (O_3)	2.09	0.71
ระหว่างเรียนครั้งที่ 3 (O_4)	2.32	0.59
หลังเรียน (O_5)	2.68	0.47

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในตารางที่ 8 สามารถนำเสนอเป็นแผนภูมิที่ 5 ดังนี้

แผนภูมิที่ 5 ระดับพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างจัดการเรียนรู้



จากข้อมูลในตารางที่ 8 และแผนภูมิที่ 5 แสดงให้เห็นว่าทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นตามลำดับจะมีเพียงการทดสอบครั้งที่ 3 (O_3) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลงจากการทดสอบครั้งที่ 2 (O_2) ทั้งนี้มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อทำการทดสอบครั้งที่ 5 (O_5)

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

รายการประเมิน	ค่าสถิติ				
	N	Mean	S.D.	แปลผล	อันดับ
1. ด้านรูปลักษณ์ของบทเรียนปฏิบัติการ					
1.1 รูปเล่มมีความสวยงาม น่าเรียนรู้	34	4.68	0.48	มากที่สุด	1
1.2 ตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	34	4.65	0.49	มากที่สุด	2
1.3 ภาษาที่ใช้ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย	34	4.56	0.50	มากที่สุด	3
2. ด้านเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับ					
2.1 เนื้อหาไม่ยากจนเกินไป	34	4.65	0.49	มากที่สุด	2
2.2 ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	34	4.53	0.62	มากที่สุด	4
2.3 นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น	34	4.50	0.62	มากที่สุด	5
2.4 ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเพียงพอ	34	4.44	0.56	มาก	6
2.5 ทำให้นักเรียนรู้ถึงกระบวนการสร้างทฤษฎีทาง เรขาคณิตและสามารถนำไปใช้ได้	34	4.50	0.56	มากที่สุด	5
3. ด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
3.1 บทเรียนปฏิบัติการ GSP ทำให้นักเรียนมีความ เข้าใจในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น	34	4.44	0.66	มาก	6
3.2 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียน สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา	34	4.35	0.77	มาก	8
3.3 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	34	4.38	0.78	มาก	7
3.4 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียน สามารถตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุปได้	34	3.94	0.85	มาก	9
3.5 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียน สามารถจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลได้	34	4.44	0.56	มาก	6
ค่าเฉลี่ย	4.45 (มาก)				

จากข้อมูลในตารางที่ 9 สามารถสรุปผลการศึกษาระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วย
บทเรียนปฏิบัติการ GSP ได้นักเรียนมีความพึงพอใจเป็นอันดับที่หนึ่งในเรื่องของ รูปเล่มมีความ

สวยงามน่าเรียนรู้ อันดับที่สองในเรื่องของตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และเนื้อหาไม่ยากจนเกินไป และอันดับที่สามในเรื่องของภาษาที่ใช้ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย โดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เมื่อจำแนกออกเป็นรายด้านของความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน อันได้แก่ ด้านรูปแบบของบทเรียนปฏิบัติการ ด้านเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับ และด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อด้านที่ 1 ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63) ความพึงพอใจต่อด้านที่ 2 ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52) และความพึงพอใจต่อด้านที่ 3 ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการวัดผลก่อนและหลัง (One - Group Pretest - Posttest Design) ผสมผสานกับรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Design) มาพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้ โดยมีนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 34 คน เป็นกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน ทั้งนี้ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP
2. เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP

สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีการพัฒนาจากระดับดี ($\bar{X} = 7.68$, S.D. = 2.10) เป็นระดับดีมาก ($\bar{X} = 10.44$, S.D. = 1.26)

3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนปฏิบัติการ GSP เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน ประกอบกับนักเรียนใช้โปรแกรม GSP เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ฝึกทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกิดการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์และหว่างเหตุและผลได้ ประกอบกับพื้นฐานของนักเรียนซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จึงสามารถเรียนรู้และเกิดความคิดรวบยอดในทฤษฎีบทต่างๆ ทางเรขาคณิตและสามารถเห็นแนวทางในการนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการวัดผลหลังเรียนจึงสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงของธอร์นไคค์ (ทศนา แชมมณี, 2552) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยการใช้นิทรรศการ GSP ได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 4 กิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจากบทเรียนปฏิบัติการ GSP จนเกิดความคิดรวบยอดและความเข้าใจที่ลึกซึ้ง จากนั้นจึงนำความรู้ที่ได้นั้นมาประยุกต์ใช้ในการทำแบบทดสอบ ซึ่งเมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดแนวทางการเรียนรู้ในบทเรียนแล้วจึงเกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปอีก ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิมล อยู่พิพัฒน์ (2555) ที่ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETERT'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี

ที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิตของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP จึงสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีการพัฒนาจากระดับดีเป็นระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจเรขาคณิต ถูกต้องแบบและพัฒนาให้มีความสวยงาม มีสีสันดึงดูดความสนใจ มีการแบ่งแยกสาระการเรียนรู้ที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการตื่นตัว (An Arousal Theory) (ซูวิทย์ รัตนพลแสนย์, 2554) ซึ่งมีสาระสำคัญว่า ระดับของการตื่นตัวมีผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ การหาวิธีที่จะกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่เสมอ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องนั้นได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งครูผู้สอนสามารถกระทำได้โดยกระตุ้นให้เด็กเกิดความตื่นตัวในบทเรียนที่ครูจะสอนนั้น การสร้างสิ่งเร้าที่มีความหมาย มีความแปลกใหม่และมีความเข้มข้น บทเรียน อุปกรณ์การสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และอาจเนื่องมาจากธรรมชาติของผู้เรียนที่เป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จึงมีความตั้งใจเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูง ประกอบกับเนื้อหาบทเรียนที่มีความหมายกับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจและจดจ่อกับการเรียนโดยการใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล (Ausubel David, 1963 อ้างถึงในสุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2552) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีหากว่าบทเรียนนั้นมีความหมายกับผู้เรียน นอกจากนี้การจัดเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่หรือให้หลักการกว้างๆ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนความรู้ใหม่ จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ จะเห็นว่าบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ยังทำให้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Noraini (2007) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้โปรแกรม GSP ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ร่วมกับแนวคิดของเวนน์ ฮิลลี ผลการวิจัยพบว่าการใช้โปรแกรม GSP สามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการสอนของครูคณิตศาสตร์และทำให้ผู้สอนมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีการพัฒนาจากระดับดีเป็นระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน อันได้แก่ ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ด้านความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของ

ข้อสรุป และด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล สามารถอธิบายผลได้ดังนี้

2.1 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป ส่วนมากจะมีความสามารถในด้านนี้สูงประกอบกับการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจึงสามารถกล่าวได้ว่าบทเรียนปฏิบัติการ GSP ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในด้านนี้จึงมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น

2.2 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP นักเรียนจะต้องศึกษาบทเรียนในแต่ละเนื้อหาโดยใช้โปรแกรม GSP ในการสร้างและการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแยกแยะความเป็นเหตุผลของสถานการณ์ที่กำลังพิจารณาอยู่ได้ นอกจากนี้เมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว ในการทำแบบทดสอบนักเรียนจะต้องแยกแยะสิ่งที่โจทย์ต้องการและเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้รับจากการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP ประกอบกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านของตัวบทเรียนปฏิบัติการและในด้านของการใช้โปรแกรม GSP นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของบทเรียนที่กำหนดได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดีนส์ (Dienes's Theory of Mathematics Learning) (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554) เกี่ยวกับกฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) กฎข้อนี้เสนอแนะว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ รูปแบบผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือการจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลในระหว่างจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น

2.3 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุปในระหว่างจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนด้วยบทเรียน

ปฏิบัติการ GSP ซึ่งเป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต (Dynamic) นักเรียนสามารถทำการสร้างและตรวจสอบการสร้างนั้นได้โดยง่าย ประกอบกับแต่ละกิจกรรมในบทเรียนปฏิบัติการ GSP มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรม GSP ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ นั้นเปรียบเสมือนกับการตรวจสอบคำตอบและความถูกต้องไปในตัว ดังนั้น เมื่อนักเรียนได้ทำการศึกษาเรียนรู้จากบทเรียนปฏิบัติการ GSP เป็นระยะเวลาหนึ่ง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้และเล็งเห็นประโยชน์ของการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุปและเกิดแนวทางในการตรวจสอบความถูกต้องในโจทย์เรขาคณิต ด้วยเหตุนี้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุปในระหว่างจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น

2.4 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการทดสอบครั้งแรก (ก่อนเรียน) นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบที่มอบให้โดยเขียนแสดงวิธีคิดของตนได้ไม่ชัดเจนทำให้คะแนนสอบอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ เมื่อผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเกณฑ์การให้คะแนนซึ่งพิจารณาการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลร่วมด้วย ประกอบกับธรรมชาติของนักเรียนเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ย่อมที่ความต้องการความสำเร็จในการเรียนของตน นักเรียนจึงเกิดแรงจูงใจในการทำแบบทดสอบ สอดคล้องกับทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory) (หลุยส์ จำปาเทศ, 2533 อ้างถึงใน ชูวิทย์ รัตนพลแสนย์, 2554) ในด้านความต้องการความสำเร็จ (Need for Achievement) ที่กล่าวว่า บุคคลที่ต้องการความสำเร็จสูง ต้องการมีผลงานและบรรลุเป้าหมายที่พึงปรารถนาจะมีลักษณะชอบการแข่งขัน ชอบงานที่ท้าทาย และต้องการได้รับข้อมูลป้อนกลับเพื่อประเมินผลงานของตนเอง มีความชำนาญในการวางแผน มีความรับผิดชอบสูงและกล้าที่จะเผชิญความล้มเหลว นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นบทเรียนที่นักเรียนต้องศึกษาโดยทำตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้จึงจะสามารถบรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนได้ ดังนั้น เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ฝึกปฏิบัติจากบทเรียนปฏิบัติการ GSP บ่อยครั้งจึงทำให้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ในทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (ทิตนา แชมมณี, 2552) ซึ่งกล่าวว่า การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้จะไม่นคงทนถาวรและในที่สุดอาจลืมได้

3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใน

การสร้างและพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการ GSP ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด องค์ประกอบและความเหมาะสมของรูปแบบบทเรียนปฏิบัติการสำหรับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาโดยเฉพาะ บทเรียนปฏิบัติการจึงมีสีสันที่สวยงาม น่าอ่านและศึกษาตาม ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนบทเรียนปฏิบัติการ GSP ในด้านรูปเล่มของบทเรียนปฏิบัติการอยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับการที่ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนปฏิบัติการในด้านเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสร้างบทเรียนปฏิบัติการผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีบททางเรขาคณิตที่สำคัญในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อนำมาใช้เป็นสาระการเรียนรู้สำหรับบทเรียนปฏิบัติการ ดังนั้นเนื้อหาของบทเรียนปฏิบัติการจึงเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญกับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของบทเรียน ด้วยเหตุนี้ ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการในด้านเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับจึงอยู่ในระดับมากที่สุด และสำหรับสาเหตุที่ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการในด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่บทเรียนปฏิบัติการ GSP สามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนและพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น (นักเรียนทราบจากผลคะแนนการทดสอบ) ดังนั้น นักเรียนจึงเกิดความรู้สึกรับชอบและพอใจกับการเรียน จึงส่งผลให้ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการในด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก ซึ่งโดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP อยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิตศรา ใจนรี (2555) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่อง บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (THE GEOMETER'S SKETCHPAD) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย อยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุไพรัตน์ รตนนาคินทร์ (2554) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างด้วยโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างจากโปรแกรม GSP อยู่ในระดับพอใจมาก

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการ

เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ด้านความสามารถในการตัดสินใจของข้อสรุป และด้านความสามารถในการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล ดังนั้น ในการวัดผลประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ด้วย

2. การวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ จึงต้องคำนึงถึงความสามารถพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มนั้นๆ ด้วย

3. การศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเว้นช่วงระยะเวลาในการทดสอบแต่ละครั้งเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรำคาญกับการทดสอบ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนไม่เต็มใจทำแบบทดสอบอันจะส่งผลถึงการวัดและประเมินผลที่ไม่ตรงตามความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นหากต้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและเหตุผลของตนเองอย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าบทเรียนปฏิบัติการ GSP สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กิจกรรมเรขาคณิต ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ จึงควรมีการทำวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้อื่นๆ ต่อไป

2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำบทเรียนปฏิบัติการ GSP ที่พัฒนาขึ้นมาใช้กับกลุ่มที่ศึกษาเพียงกลุ่มเดียว ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP กับสื่อการเรียนรู้แบบอื่นๆ

3. การวิจัยครั้งนี้ได้มีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขึ้นใช้สำหรับการวิจัย ควรมีการทำวิจัยเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ถึงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของผู้เรียนต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กนกวลี อุษณกรกุล. 2551. **ตะลุมพุกจิตตศาสตร์ ม.1**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต.

กัลยา วาณิชยปัญญา. 2551. **หลักสถิติ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. 2555. **การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อน**

วิทยฐานะ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาพรบุ๊คส์.

โกวิทย์ วรพัฒน์. 2535. **สภาพบุรุษนักบริหารการศึกษาที่เป็นแบบอย่าง**. กรุงเทพมหานคร :

อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

คณิต ดวงหส์ดี. 2537. **สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนใน**

เขตเมืองและเขตชนบท ของจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชนาธิป พรกุล. 2554. **การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์

แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชานนท์ จันทรา. 2553. **ขั้นตอนการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับครู**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูวิทย์ รัตนพลแสนย์. 2554. **เอกสารประกอบการสอน เรื่อง หลักการลงในชั้นเรียน**.

นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ชูศรี วงศ์รัตน์. 2555. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. นนทบุรี : ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรดักส์ จำกัด.

ณัฐกร สงคราม. 2554. **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์

แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เต็มศักดิ์ คทวนิช. 2546. **จิตวิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ทิสนา เขมมณี. 2552. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี**

ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพพร ธนะชัยพันธ์. 2555. **สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วิทย์พัฒน์.

นันทยศ ธนอมศักดิ์. 2551. **ผลการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค**

แบบ K-W-D-L และสื่อ GSP ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เชียงใหม่ : โรงเรียนดอยสะเก็ด

วิทยาคม.

- นิตศรา โงนรี. 2555. **บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (THEGEOMETER'S SKETCHPAD) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. 2554. **การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์**. มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. 2556. **วิจัยการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีฉัตร จันทรหอม. 2552. **บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. สุราษฎร์ธานี : โรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา อำเภอบ้านตาขุน.
- ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร. 2547. **หลักคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผ่องพรรณ ตริยมงคลกุล. 2555. **การออกแบบการวิจัย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชากร แปลงประสพโชค. 2540. **การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**. ปรินญานิพนธ์ การศึกษาดุฎิปบัณฑิต กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร. 2553. **คู่มือคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม. 4-6 เล่ม 2**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เดอะบุ๊คส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2550. **กระบวนการออกแบบย้อนกลับ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพร ริมชลการ. 2543. **การพัฒนาหลักสูตรพิเศษคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2545. **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- รวีวรรณ ทุมชัย. 2534. **วิธีสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2542. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- เลิศ ลิทธิโกศล. 2539. **คณิตศาสตร์พื้นฐาน Fundamental Mathematics**. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์สกายบุ๊คส์.

- วรรณุช ตุนทกิจ. 2553. การพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 22 ตุลาคม 2555. เข้าถึงได้จาก [http://www. CKM Samutsakhon](http://www.CKM Samutsakhon). สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร. Mht
- วรารมณ ก้อมน้อย และคณะ. 2552. การเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้ GSP. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. 2547. ผลการพัฒนาโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม the geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนศิริ ชมหนู. 2548. บทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : สารนิพนธ์ กศ. ม สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ.
- วิมล อยู่พิพัฒน์. 2551. บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมGSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : สารนิพนธ์ กศ. ม สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริพร หงส์พันธุ์. 2542. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน. นครราชสีมา: โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548. คู่มือแนะนำการใช้งาน The Geometer's Sketchpad. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. 2551. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. 2555. การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2551. หลักการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP PHANAKHON.
- สมัย เหล่าวานิชย์. 2554. ใจทย์คณิตศาสตร์ ม. 4-5-6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไฮเอ็ด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2553. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และ (ฉบับที่3) พุทธศักราช 2553. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เดอะบุ๊คส์.
- สำนักนโยบายด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและโอกาสทางการศึกษา. 2553. การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 22 ตุลาคม 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaiGifTed.org>.บทความพิเศษ.mht

- สิริพร ทิพย์คง และคณะ. 2556. เอกสารประกอบการอบรมระบบครูพี่เลี้ยง. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. 2546. **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุไพ รัตนนาคินทร์. 2554. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สร้างด้วยโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช : โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2552. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริน ชุ่มสาย ณ อยุธยา. 2551. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สุวิมล ว่องวานิช. 2553. **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสรี สุขโยธิน. 2555. GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 1 ฉบับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เดอะบุ๊คส์.
- _____. 2556. GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 2 การสร้างสรรค์ผลงาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เดอะบุ๊คส์.
- อมรรัตน์ แสงทอง. 2553. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏราช นครินทร์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. **หลักการสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อุษา คำประกอบ. 2530. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภาษาต่างประเทศ

- Ashley O' Donnell. 2011. Using Geometer's Sketchpad to Improve Student Attitude in Mathematics Classroom. North Dakota; Department of Mathematics and Computer Science.

- Hornby, A. F. 2000. **Advance Learner's Dictionary**. London, England: Oxford University.
- Leong Kwan Eu. 2012. **Impact of Geometer's Sketchpad on Students Achivement in Graph Functions**. Malaysian; Faculty of Education, University of Malaya.
- NCTM. 2009. **Focus in High School Mathematics Reasoning and Sense Making**. United States: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Noraini Idris. 2007. **The Effect of Geometer's Sketchpad on the Performance in Geometer of Malaysian Student's Achivement and van Hiele Geometric Thinking**. Malaysian; Malaysian Journal of Mathematical Sciences.
- Quirk, R. 1987. **Longman Dictionary of Contemporary English**. London, England: Richard Clay Ltd.
- Wolman, B. B. 1973. **Dictionary of Behavioral Science**. New York: Van Norstrand.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- | | | |
|---------------------|------------------|---|
| 1. อาจารย์สุภาวดี | ชูราศรี | ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนคณิตศาสตร์และโปรแกรม GSP
โรงเรียนเพ็ญวิทยา จังหวัดนครปฐม |
| 2. อาจารย์เกศินี | หมื่นทอง | ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา
โรงเรียนอนุบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม |
| 3. อาจารย์สุรัตนาพร | ศักดิ์อุดมทรัพย์ | ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา |

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา
ของเครื่องมือวิจัยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
5. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

☒ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้				
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล				
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน				
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP				
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล				
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

☒ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้				
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล				
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน				
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP				
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล				
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

☒ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้				
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล				
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน				
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP				
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล				
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

☒ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้				
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล				
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน				
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP				
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้				
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้				
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล				
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
ของแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
ปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
ชื่อผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน				
2. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1				
3. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2				
4. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3				
5. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
ของเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
ปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
ชื่อผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. แต่ละรายการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน				
2. การกำหนดระดับคะแนนมีความเหมาะสม				
3. เกณฑ์การพิจารณามีความเหมาะสมและชัดเจน				
4. เกณฑ์การพิจารณามีความสอดคล้องกับระดับคะแนน				
5. การกำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละรายการประเมินมีความเหมาะสม				
6. การกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพมีความเหมาะสม				
7. เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนผลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริง				
8. เกณฑ์ประเมินผลมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
ของบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต**

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
ปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
ชื่อผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. ด้านรูปลั่ม				
1.1 ขนาดรูปลั่มของบทเรียนมีความเหมาะสม				
1.2 รูปลั่มมีความน่าสนใจ สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้				
1.3 การตกแต่ง การใช้สี มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน				
1.4 ขนาดของตัวอักษรและแบบอักษรมีความเหมาะสม				
1.5 ความยาวของบทเรียนมีความเหมาะสม				
2. ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์				
2.1 เนื้อหามีความน่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน				
2.2 ความยากง่ายของเนื้อหาอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียน				
2.3 เนื้อหามีความถูกต้องและเป็นสากล				
2.4 ขอบเขตของเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้				
2.5 แบบฝึกหัดต่างๆ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์				
3. ด้านเนื้อหาการใช้โปรแกรม GSP				
3.1 เนื้อหามีความน่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน				
3.2 ความยากง่ายของเนื้อหาอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียน				
3.3 เนื้อหามีความถูกต้องและเป็นสากล				
3.4 ขอบเขตของเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้				
3.5 เนื้อหามีความเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตำแหน่ง.....

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ตอบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต**

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
ปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
ชื่อผู้ประเมิน.....วันที่ทำการประเมิน.....

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	-1	0	+1	
1. แต่ละรายการประเมินแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของนักเรียน				
2. การกำหนดระดับการประเมิน 5 ระดับ มีความเหมาะสม				
3. ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามมีความชัดเจน นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย				
4. นักเรียนสามารถทำแบบสอบถามได้ด้วยตนเอง				
5. รูปแบบของแบบสอบถามแยกเป็นประเด็นชัดเจน				
6. รูปแบบของแบบสอบถามมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ				
7. แบบสอบถามมีความเหมาะสมกับผู้เรียน				
8. จำนวนข้อในแบบสอบถามมีความเหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป				
9. แบบสอบถามสะท้อนถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน				
10. ข้อคำถามมีความครอบคลุมความพึงพอใจที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
ของเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้
2. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
5. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	0	+1	+1	0.67
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	0.67
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	0	+1	+1	0.67
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP	+1	+1	+1	1.00
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย			0.92	

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	0	+1	+1	0.67
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP	+1	+1	+1	1.00
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย			0.97	

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	0	+1	+1	0.67
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	0	+1	+1	0.67
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP	+1	+1	+1	1.00
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย			0.95	

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.4 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP	+1	+1	+1	1.00
3.2 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.3 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.4 ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
4. สื่อการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5. การวัดประเมินผล				
5.1 ความสอดคล้องของการวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย			1.00	

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน	+1	+1	+1	1.00
2. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1	+1	+1	+1	1.00
3. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2	+1	+1	+1	1.00
4. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3	+1	+1	+1	1.00
5. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย	1.00			

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับเกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. แต่ละรายการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
2. การกำหนดระดับคะแนนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3. เกณฑ์การพิจารณามีความเหมาะสมและชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
4. เกณฑ์การพิจารณามีความสอดคล้องกับระดับคะแนน	+1	+1	+1	1.00
5. การกำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละรายการประเมินมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
6. การกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
7. เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนผลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริง	+1	+1	+1	1.00
8. เกณฑ์ประเมินผลมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย	1.00			

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. ด้านรูปล่ม				
1.1 ขนาดรูปเล่มของบทเรียนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
1.2 รูปเล่มมีความน่าสนใจ สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้	+1	+1	+1	1.00
1.3 การตกแต่ง การใช้สี มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	0	0.67
1.4 ขนาดของตัวอักษรและแบบอักษรมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
1.5 ความยาวของบทเรียนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
2. ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์				
2.1 เนื้อหามีความน่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความยากง่ายของเนื้อหาอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
2.3 เนื้อหามีความถูกต้องและเป็นสากล	+1	+1	+1	1.00
2.4 ขอบเขตของเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.5 แบบฝึกหัดต่างๆ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	+1	+1	+1	1.00
3. ด้านเนื้อหาการใช้โปรแกรม GSP				
3.1 เนื้อหามีความน่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
3.2 ความยากง่ายของเนื้อหาอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียน	0	+1	+1	1.00
3.3 เนื้อหามีความถูกต้องและเป็นสากล	+1	+1	+1	1.00
3.4 ขอบเขตของเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.5 เนื้อหาเหมาะสมสำหรับให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ย			0.98	

**ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา
สำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP
เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต**

จากการที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ทำการประเมินความสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหาสำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. แต่ละรายการประเมินแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
2. การกำหนดระดับการประเมิน 5 ระดับ มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3. ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามมีความชัดเจน นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย	+1	+1	+1	1.00
4. นักเรียนสามารถทำแบบสอบถามได้ด้วยตนเอง	0	+1	+1	0.67
5. รูปแบบของแบบสอบถามแยกเป็นประเด็นชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
6. รูปแบบของแบบสอบถามมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	1.00
7. แบบสอบถามมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
8. จำนวนข้อในแบบสอบถามมีความเหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป	+1	+1	+1	1.00
9. แบบสอบถามสะท้อนถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
10. ข้อคำถามมีความครอบคลุมความพึงพอใจที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต	0	+1	+1	0.67
ค่าเฉลี่ย	0.93			

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

รหัสวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ผู้สอน นายเมธาสิทธิ์ ธีรรัตนศรีสกุล

เวลาการจัดการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ รูปใหม่ที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเสมอ” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย สามารถเชื่อมโยงความเป็นเหตุและผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนเกิดความชื่นชม เห็นคุณค่าและความงามทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ

เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ รูปใหม่ที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเสมอ

สาระการเรียนรู้

1. การสร้างรูปหลายเหลี่ยมโดยใช้เครื่องมือส่วนของเส้นตรง
2. การแสดงป้ายชื่อของออบเจกต์
3. การวัดความยาวและมุม
4. การสร้างคำบรรยาย
5. การประยุกต์เลือกรูปแบบข้อความต่างๆ
6. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มีวินัย
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นทบทวนบทเรียน

1. ครูกล่าวทบทวนถึงวิธีการใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามที่ว่า ในการสร้างทฤษฎีบททางเรขาคณิต มีขั้นตอนใดบ้าง

ขั้นการจัดการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนเปิดโปรแกรม GSP จากนั้น แจกเอกสารบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ครูอธิบายขั้นตอนการใช้บทเรียนปฏิบัติการให้นักเรียนเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในบทเรียนปฏิบัติการ จำนวน 10 ข้อ

2. นักเรียนทำการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 1 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องทำการสร้างในโปรแกรม GSP ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียนปฏิบัติการ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อความคาดการณ์ ใช้โปรแกรม GSP ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ และทำการสรุปความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ

3. หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนสามารถสรุปความรู้จากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการในกิจกรรมเรขาคณิต 1 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมครบทุกคนแล้ว ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 1

ขั้นสรุปบทเรียน

1. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 1 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม ทั้งในด้านของความรู้ทางเรขาคณิตและด้านของการใช้งานโปรแกรม GSP

2. จากความรู้ด้านเรขาคณิตที่นักเรียนสรุปได้ ให้นักเรียนทำการสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความถ้า...แล้ว... และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการนำข้อความนี้ไปใช้ เช่น ต้องเกิดสิ่งใดขึ้นก่อน สิ่งใดเป็นผลที่ได้ เป็นต้น

3. นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
2. ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงต่อ
3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
4. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	เครื่องมือการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)	1) พิจารณาจากคะแนน แบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด	1) นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ถือว่าผ่าน การประเมิน
ด้านทักษะ (P)	1) พิจารณาจากร่องรอย ขั้นตอนในการคิด คำนวณและการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่สามารถแสดง ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดไว้ถือว่าผ่านการ ประเมิน
ด้านคุณลักษณะ (A)	1) การสังเกตพฤติกรรม ในการเรียน	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่มีพฤติกรรมใน การเรียนตามที่กำหนด ถือว่าผ่านการประเมิน

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเมธาสิทธิ์ ธีญรัตน์ศรีสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

รหัสวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ผู้สอน นายเมธาสิทธิ์ ธีรรัตนศรีสกุล

เวลาการจัดการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย สามารถเชื่อมโยงความเป็นเหตุและผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนเกิดความชื่นชม เห็นคุณค่าและความงามทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ

ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก

สาระการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้การหมุน (Rotate)
2. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
3. การวัดพื้นที่ของรูปเรขาคณิตโดยใช้เมนูพื้นที่ (Area)
4. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มีวินัย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นทบทวนบทเรียน

1. ครูกล่าวทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในครั้งที่แล้ว ทั้งความรู้ในการใช้งานโปรแกรม GSP และความรู้ทางเรขาคณิต โดยใช้การสุ่มนักเรียนขึ้นถามทีละคน
2. ครูใช้การตั้งคำถามให้นักเรียนแยกแยะชนิดของรูปสามเหลี่ยมที่นักเรียนรู้จัก จากนั้นให้นักเรียนบอกนิยามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดหนึ่งที่นักเรียนจะได้ศึกษาในวันนี้

ขั้นการจัดการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนเปิดโปรแกรม GSP จากนั้นให้นักเรียนทำการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 2 เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัสด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องทำการสร้างในโปรแกรม GSP ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียนปฏิบัติการ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อความคาดการณ์ ใช้โปรแกรม GSP ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ และทำการสรุปความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ
3. หลังจากทีนักเรียนแต่ละคนสามารถสรุปความรู้จากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการในกิจกรรมเรขาคณิต 2 การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัสครบทุกคนแล้ว ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 2

ขั้นสรุปบทเรียน

1. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 2 เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทั้งในด้านของความรู้ทางเรขาคณิตและด้านของการใช้งานโปรแกรม GSP
2. จากความรู้ด้านเรขาคณิตที่นักเรียนสรุปได้ ให้นักเรียนทำการสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความถ้า...แล้ว... และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการนำข้อความนี้ไปใช้ เช่น ต้องเกิดสิ่งใดขึ้นก่อน สิ่งใดเป็นผลที่ได้ เป็นต้น
3. นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2 เรื่อง การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
2. ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงต่อ
3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
4. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	เครื่องมือการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)	1) พิจารณาจากคะแนน แบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด	1) นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ถือว่าผ่าน การประเมิน
ด้านทักษะ (P)	1) พิจารณาจากร่องรอย ขั้นตอนในการคิด คำนวณและการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่สามารถแสดง ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดไว้ถือว่าผ่านการ ประเมิน
ด้านคุณลักษณะ (A)	1) การสังเกตพฤติกรรม ในการเรียน	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่มีพฤติกรรมใน การเรียนตามที่กำหนด ถือว่าผ่านการประเมิน

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเมธาสิทธิ์ ธีบุญรัตน์ศรีสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

รหัสวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ผู้สอน นายเมธาสิทธิ์ ธีรรัตนศรีสกุล

เวลาการจัดการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “เมื่อตัดด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปขนาดของมุมที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลรวมของมุมที่ไม่ใช่มุมประชิด” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย สามารถเชื่อมโยงความเป็นเหตุและผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนเกิดความชื่นชม เห็นคุณค่าและความงามทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ

เมื่อตัดด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปขนาดของมุมที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลรวมของมุมที่ไม่ใช่มุมประชิด

สาระการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมใดๆ
2. การสร้างรังสี (Ray)
3. การวัดขนาดของมุม
4. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มีวินัย
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นทบทวนบทเรียน

1. ครูกล่าวทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในครั้งที่แล้ว ทั้งความรู้ในการใช้งานโปรแกรม GSP และความรู้ทางเรขาคณิต โดยใช้การสุ่มนักเรียนขึ้นถามทีละคน
2. จากนั้นให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมาอธิบายสิ่งที่นักเรียนค้นพบจากการทำกิจกรรมเรขาคณิต 2 ในบทเรียนปฏิบัติการ

ขั้นการจัดการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนเปิดโปรแกรม GSP จากนั้นให้นักเรียนทำการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องทำการสร้างในโปรแกรม GSP ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียนปฏิบัติการ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อความคาดการณ์ ใช้โปรแกรม GSP ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ และทำการสรุปความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ
3. หลังจากให้นักเรียนแต่ละคนสามารถสรุปความรู้จากการศึกษาบทเรียนปฏิบัติการในกิจกรรมเรขาคณิต 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมครบทุกคนแล้ว ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 3

ขั้นสรุปบทเรียน

1. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ทั้งในด้านของความรู้ทางเรขาคณิตและด้านของการใช้งานโปรแกรม GSP
2. จากความรู้ด้านเรขาคณิตที่นักเรียนสรุปได้ ให้นักเรียนทำการสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความถ้า...แล้ว... และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการนำข้อความนี้ไปใช้ เช่น ต้องเกิดสิ่งใดขึ้นก่อน สิ่งใดเป็นผลที่ได้ เป็นต้น
3. นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
2. ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงต่อ
3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
4. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	เครื่องมือการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)	1) พิจารณาจากคะแนน แบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด	1) นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ถือว่าผ่าน การประเมิน
ด้านทักษะ (P)	1) พิจารณาจากร่องรอย ขั้นตอนในการคิด คำนวณและการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่สามารถแสดง ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดไว้ ถือว่าผ่านการ ประเมิน
ด้านคุณลักษณะ (A)	1) การสังเกตพฤติกรรม ในการเรียน	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่มีพฤติกรรมใน การเรียนตามที่กำหนด ถือว่าผ่านการประเมิน

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเมธาสิทธิ์ ธีบุญรัตน์ศรีสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

รหัสวิชา ค20207 กิจกรรมเชิงเรขาคณิต

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ผู้สอน นายเมธาสิทธิ์ ธีธวัชรศิริสกุล

เวลาการจัดการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง 30 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

เรื่อง การสำรวจจุดเซนทรอยด์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “จุดเซนทรอยด์แบ่งเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยมออกเป็นอัตราส่วน 1:2” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย สามารถเชื่อมโยงความเป็นเหตุและผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนเกิดความชื่นชม เห็นคุณค่าและความงามทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ

เมื่อต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปขนาดของมุมที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลรวมของมุมที่ไม่ใช่มุมประชิด

สาระการเรียนรู้

1. การสร้างเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยมโดยอาศัยการสร้างจุดกึ่งกลางด้าน
2. การสร้างจุดตัดของเส้นมัธยฐาน (จุดเซนทรอยด์) โดยใช้เมนู จุดตัด (Intersection)
3. จุดเซนทรอยด์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มีวินัย
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นทบทวนบทเรียน

1. ครูกล่าวทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในครั้งที่แล้ว ทั้งความรู้ในการใช้งานโปรแกรม GSP และความรู้ทางเรขาคณิต โดยใช้การสุ่มนักเรียนขึ้นถามทีละคน
2. จากนั้นให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมาอธิบายสิ่งที่นักเรียนค้นพบจากการทำกิจกรรมเรขาคณิต 3 ในบทเรียนปฏิบัติการ

ขั้นการจัดการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนเปิดโปรแกรม GSP จากนั้นให้นักเรียนทำการศึกษบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 4 เรื่อง จุดเซนทรอยด์ ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องทำการสร้างในโปรแกรม GSP ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียนปฏิบัติการ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อความคาดการณ์ ใช้โปรแกรม GSP ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ และทำการสรุปความรู้ที่ได้รับจากการศึกษบทเรียนปฏิบัติการ
3. หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนสามารถสรุปความรู้จากการศึกษบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 4 เรื่อง การสำรวจจุดเซนทรอยด์ ครบทุกคนแล้ว ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 4

ขั้นสรุปบทเรียน

1. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนปฏิบัติการ ในกิจกรรมเรขาคณิต 4 เรื่อง การสำรวจจุดเซนทรอยด์ ทั้งในด้านของความรู้ทางเรขาคณิตและด้านของการใช้งานโปรแกรม GSP
2. จากความรู้ด้านเรขาคณิตที่นักเรียนสรุปได้ ให้นักเรียนทำการสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความถ้า...แล้ว... และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการนำข้อความนี้ไปใช้ เช่น ต้องเกิดสิ่งใดขึ้นก่อน สิ่งใดเป็นผลที่ได้ เป็นต้น
3. นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง จุดเซนทรอยด์ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
2. ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงต่อ
3. โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
4. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	เครื่องมือการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)	1) พิจารณาจากคะแนน แบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด	1) นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ถือว่าผ่าน การประเมิน
ด้านทักษะ (P)	1) พิจารณาจากร่องรอย ขั้นตอนในการคิด คำนวณและการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแบบฝึกหัด	1) แบบฝึกหัด 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่สามารถแสดง ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดไว้ ถือว่าผ่านการ ประเมิน
ด้านคุณลักษณะ (A)	1) การสังเกตพฤติกรรม ในการเรียน	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	1) นักเรียนที่มีพฤติกรรมใน การเรียนตามที่กำหนด ถือว่าผ่านการประเมิน

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเมธาสิทธิ์ ธีบุญรัตน์ศรีสกุล)

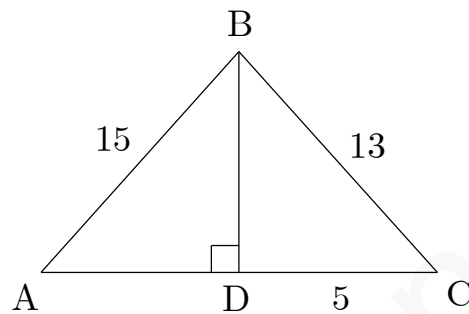
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2

คำชี้แจงให้นักเรียนแสดงวิธีทำในโจทย์ด้านล่างอย่างละเอียด (12 คะแนน)

จากภาพ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม ถ้า $AB = 15$ นิ้ว, $BC = 13$ นิ้ว

และ $\angle BDC = 90^\circ$ จงหาพื้นที่สามเหลี่ยม ABC



www.kloob.com

เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เกณฑ์การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้ฐานคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) เพื่อให้ได้เกณฑ์การประเมินที่เหมาะสมกับการวิจัย ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	ความหมาย
ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา	3	สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2	สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	ไม่สามารถรวบรวมข้อมูล อ้างอิงบทนิยาม หรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาได้
ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	3	สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้ถูกต้องทั้งหมด
	2	สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยการระบุผลจากเหตุที่อยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว...” จากบทนิยามหรือทฤษฎีบทได้เลย
ความสามารถในการตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุป	3	สามารถตรวจสอบว่าคำตอบจากการแก้ปัญหามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยแสดงวิธีการได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	2	สามารถตรวจสอบว่าคำตอบจากการแก้ปัญหามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยแสดงวิธีการได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	1	ไม่มีการตรวจสอบหรือไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบจากการแก้ปัญหามีความสมเหตุสมผลหรือไม่
ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล	3	สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม โดยเรียงลำดับเหตุ – ผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการ
	2	สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลได้เพียงบางส่วน โดยเรียงลำดับเหตุ – ผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการ
	1	ไม่สามารถจัดลำดับของการให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและคำตอบที่ต้องการได้

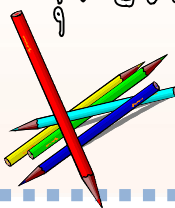
เกณฑ์การประเมิน (คะแนน) :

10 – 12 หมายถึง ดีมาก, 7 – 9 หมายถึง ดี, 4 – 6 หมายถึง ปานกลาง และ 1 – 3 หมายถึง พอใช้

ตัวอย่างบทเรียนปฏิบัติการ GSP
เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนปฏิบัติการ

เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต



บทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
ประกอบด้วยกิจกรรมเรขาคณิต จำนวน 4 กิจกรรม
แต่ละกิจกรรมมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังต่อไปนี้



กิจกรรมเรขาคณิต 1 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ รูปใหม่ที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเสมอ” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

กิจกรรมเรขาคณิต 2 การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส

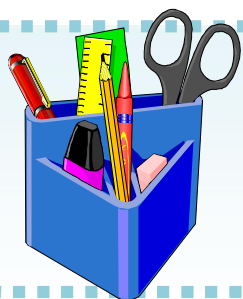
นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

กิจกรรมเรขาคณิต 3 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “เมื่อต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปขนาดของมุมที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลรวม ของมุมที่ไม่ใช่มุมประชิด” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้

กิจกรรมเรขาคณิต 4 การสำรวจจุดเซนทรอยด์

นักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์ที่ว่า “จุดเซนทรอยด์แบ่งเส้นมัธยฐานออกเป็นอัตราส่วน 1 : 2” รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคำนวณได้



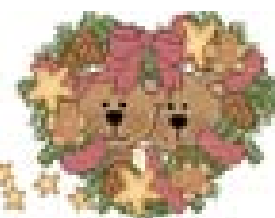
คำชี้แจงการให้บทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

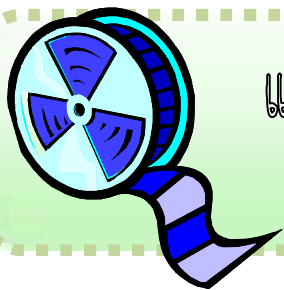


การใช้บทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
ควรปฏิบัติดังนี้



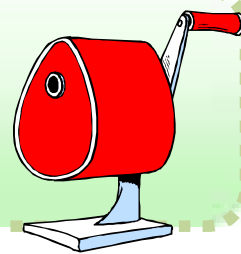
1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ แล้วตรวจคำตอบจากแบบเฉลย
ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน
2. ศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ประกอบกับการเรียนใน
ห้องเรียนด้วยความตั้งใจ
3. หลังจากทีนักเรียนศึกษาบทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
จบในแต่ละกิจกรรมเรขาคณิตแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต
นั้นด้วยตนเองและบันทึกคะแนนลงในสรุปผลการเรียนรู้ท้ายเล่ม
4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ที่สูงขึ้น โจทย์บางข้อจะมีความยาก นักเรียนจะต้องใช้ความพยายามในการ
แก้ปัญหาและแสวงหาแนวคิดจากกิจกรรมเรขาคณิตที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียน
อาจใช้การแก้ปัญหาโดยลำพังหรือใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
ระดมสมอง ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขแล้ว ยังทำให้เกิด
ความรักความสามัคคีในกลุ่มเพื่อนอีกด้วย
5. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาบทเรียนปฏิบัติการไปพร้อมกับการเรียนในห้องเรียนจนจบ
ทั้งเล่ม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ และตรวจคำตอบกับ
แบบเฉลยเพื่อวัดความก้าวหน้าและความเข้าใจของนักเรียน
6. รวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดลงในสรุปผลการเรียนรู้ท้ายเล่ม





แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

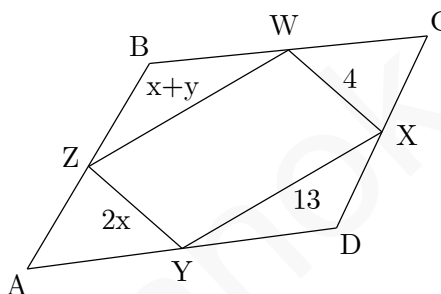
เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต



คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

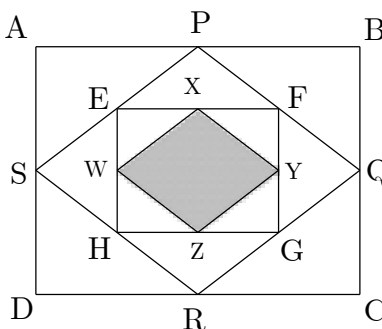
1. กำหนดให้ W, X, Y และ Z เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม ABCD ดังภาพ ถ้า $\overline{WZ} = x + y$, $\overline{YZ} = 2x$, $\overline{YX} = 13$ และ $\overline{WX} = 4$ แล้ว $x - y$ มีค่าเท่าใด

1. -6
2. -7
3. -8
4. -9



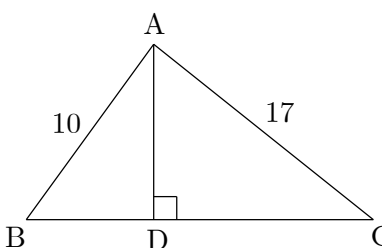
2. จากรูป P, Q, R, S เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม ABCD, E, F, G, H เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม PQRS และ WXYZ เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม EFGH แล้วพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD มีขนาดเป็นกี่เท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม WXYZ

1. 2 เท่า
2. 4 เท่า
3. 8 เท่า
4. 16 เท่า



3. จากรูป ถ้า $DC - BD = 9$ นิ้ว ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นเท่าใด

1. 34 นิ้ว
2. 36 นิ้ว
3. 40 นิ้ว
4. 48 นิ้ว



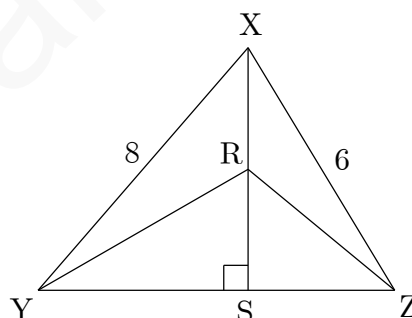
4. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีพื้นที่ 384 ตารางเซนติเมตร ถ้าอัตราส่วนของด้านประกอบมุมฉากเป็น 3 : 4 แล้วรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้จะมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวกี่เซนติเมตร

1. 25 เซนติเมตร
2. 30 เซนติเมตร
3. 35 เซนติเมตร
4. 40 เซนติเมตร



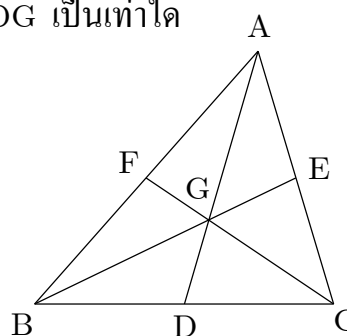
5. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มี \overline{XS} ตั้งฉากกับ \overline{YZ} ที่จุด S, R เป็นจุดอยู่บนเส้นตรง \overline{XS} ถ้า \overline{XY} และ \overline{XZ} ยาว 8 และ 6 เซนติเมตร ตามลำดับ แล้ว $RY^2 - RZ^2$ มีค่าเท่าใด

1. 28 เซนติเมตร
2. 29 เซนติเมตร
3. 30 เซนติเมตร
4. 31 เซนติเมตร



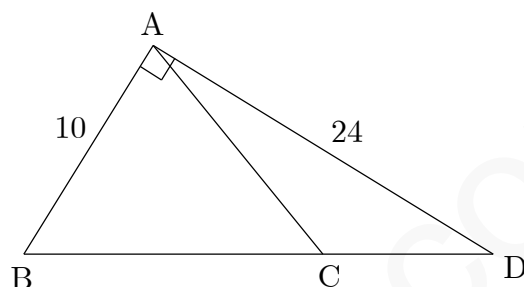
6. รูปสามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ 48 ตารางเซนติเมตร AD, BE, CF เป็นเส้นมัธยฐาน ตัดกันที่จุด G พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม BDG เป็นเท่าใด

1. 10 ตารางเซนติเมตร
2. 8 ตารางเซนติเมตร
3. 7 ตารางเซนติเมตร
4. 6 ตารางเซนติเมตร



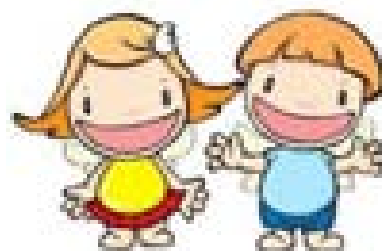
7. $\triangle ABD$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจาก $\overline{AB} = 10$ หน่วย, $\overline{AD} = 24$ หน่วย และ $\overline{BC} : \overline{CD} = 3 : 1$ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ACD เท่ากับกี่ตารางหน่วย

1. 20 ตารางหน่วย
2. 30 ตารางหน่วย
3. 40 ตารางหน่วย
4. 60 ตารางหน่วย



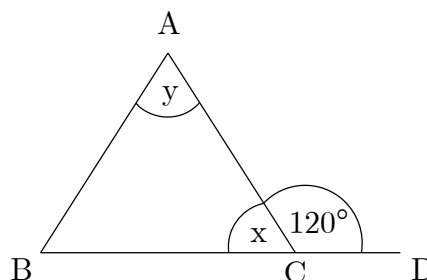
8. $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมี O เป็นจุดภายใน ทำให้ AO, BO และ CO พบ BC, CA และ AB ที่จุด P, Q และ R ตามลำดับ ถ้า $OP = OQ = OR = 3$ หน่วย $AO + BO + CO = 12$ หน่วย แล้ว $AO \cdot BO \cdot CO$ เป็นเท่าใด

1. 160 หน่วย
2. 162 หน่วย
3. 170 หน่วย
4. 172 หน่วย



9. จากรูป กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมี $AB = AC$, $\angle BAC = y$, $\angle BCA = x$ ต่อด้าน CD ทำให้ $\angle ACD = 120^\circ$ แล้วค่าของ $3x - 2y$ เป็นเท่าใด

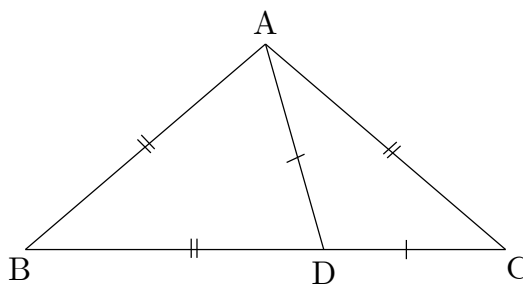
1. 30
2. 40
3. 50
4. 60



10. ในรูปสามเหลี่ยม ABC , $\overline{AB} = \overline{BD} = \overline{AC}$ และ $\overline{AD} = \overline{CD}$ แล้ว $\angle ADB$ มีขนาดกี่

องศา

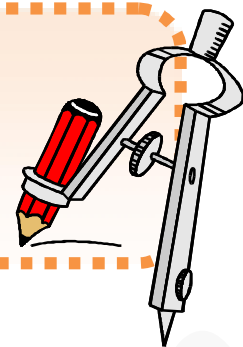
1. 45 องศา
2. 60 องศา
3. 72 องศา
4. 75 องศา





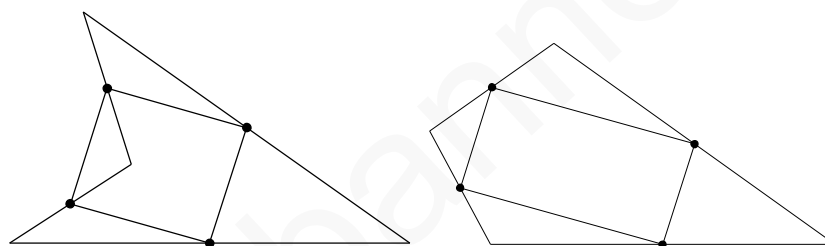
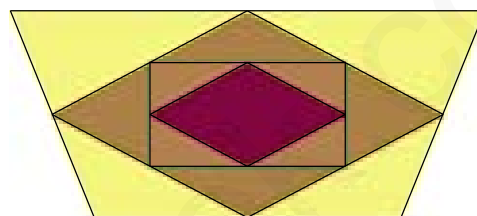
กิจกรรมเรขาคณิต 1

ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม



สาระการเรียนรู้

1. การสร้างรูปหลายเหลี่ยมโดยใช้เครื่องมือส่วนของเส้นตรง
2. การแสดงป้ายชื่อของออบเจกต์
3. การวัดความยาวและมุม
4. การสร้างคำบรรยาย
5. การประยุกต์เลือกรูปแบบข้อความต่างๆ
6. ข้อความคาดการณ์



เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ รูปใหม่ที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเสมอ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมใดๆ

- 1.1 เปิดโปรแกรม Sketchpad เลือกคำสั่ง **แฟ้มใหม่** จากเมนูแฟ้ม
- 1.2 ใช้เครื่องมือ **ส่วนของเส้นตรง** สร้างส่วนของเส้นตรงหนึ่งเส้น
- 1.3 สร้างส่วนของเส้นตรงเส้นที่สองที่มีจุดปลายร่วมกันกับส่วนของเส้นตรงเส้นแรก
- 1.4 สร้างส่วนของเส้นตรงอีกสองเส้นเพื่อสร้างให้รูปสี่เหลี่ยมเสร็จสมบูรณ์
- 1.5 ใช้เครื่องมือ **ลูกศร** ลากส่วนของเส้นตรงหรือจุดบางจุดเพื่อให้แน่ใจได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมนี้ยึดติดกัน



2. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมแนบใน

- 2.1 คลิกบริเวณที่ว่างหน้าจอเพื่อยกเลิกการเลือกออบเจกต์ทั้งหมด หลังจากนั้นเลือกด้านทั้งสี่ด้านของรูปสี่เหลี่ยมตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา

2.2 เลือกคำสั่ง **จุดกึ่งกลาง** จากเมนูสร้าง

2.3 ขณะที่จุดกึ่งกลางทั้งสี่ยังถูกเลือกอยู่ เลือกคำสั่ง **แสดงป้าย** จากเมนูแสดงผล

2.4 ขณะที่จุดกึ่งกลางทั้งสี่ยังถูกเลือกอยู่ เลือกคำสั่ง **ส่วนของเส้นตรง** จากเมนูสร้าง จะได้รูปสี่เหลี่ยมแนบในตามต้องการ

3. การลากและการวัดเพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์

3.1 ลากส่วนต่างๆ ของรูปสี่เหลี่ยมรูปแรกที่สร้างไว้ไปรอบๆ พร้อมทั้งสังเกตรูปสี่เหลี่ยมที่แนบใน

3.2 เลือกส่วนของเส้นตรงที่อยู่ข้างในทั้งสี่เส้นแล้วเลือกคำสั่ง **ความยาว** จากเมนูวัด ค่าของความยาวทั้งสี่ด้านจะปรากฏบนหน้าจอ

3.3 เลือกจุดกึ่งกลางสามจุดที่อยู่เรียงกันและเลือกคำสั่ง **มุม** จากเมนูการวัด ทำเช่นนี้จนได้ค่าของมุมทั้งสี่มุม

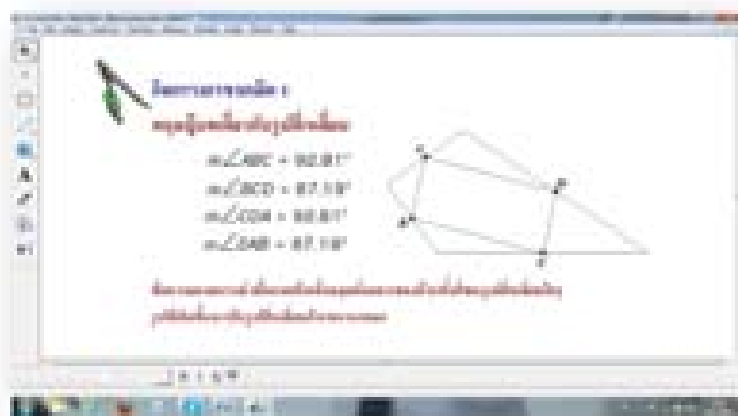
3.4 ลากส่วนต่างๆ ของรูปสี่เหลี่ยมรูปแรกที่สร้างไว้และสังเกตค่าที่วัดไว้ว่าเป็นอย่างไร มีอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงและมีอะไรบ้างที่ยังคงเดิม ขณะนี้มีความมั่นใจเกี่ยวกับข้อความคาดการณ์เพิ่มขึ้นหรือไม่

4. การสร้างคำบรรยายและการใช้แถบรูปแบบอักษร

4.1 เลือกเครื่องมือ **สร้างข้อความ** จากกล่องเครื่องมือ

4.2 ดับเบิลคลิก ตรงบริเวณที่ว่างของแบบร่างเพื่อสร้างคำบรรยายใหม่

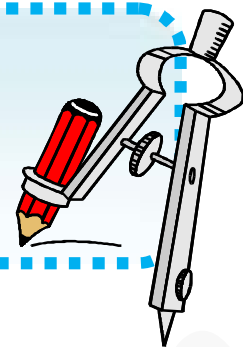
4.3 พิมพ์คำบรรยายซึ่งอาจเป็นข้อความคาดการณ์ที่เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบใน และคลิกที่กรอบนอกคำบรรยายเมื่อต้องการเลิกพิมพ์ นักเรียนสามารถตกแต่งแบบอักษรได้จาก **แถบการจัดรูปแบบตัวอักษร** ที่ปรากฏขึ้นทางด้านล่างของโปรแกรม





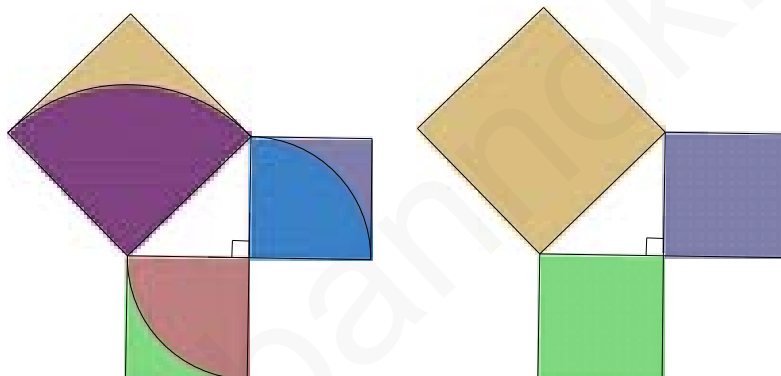
กิจกรรมเรขาคณิต 2

การสำรวจทฤษฎีบทพีทาโกรัส



สาระการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้การหมุน (Rotate)
2. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้วงกลมและเส้นตั้งฉาก
3. การวัดพื้นที่ของรูปเรขาคณิตโดยใช้เมนูพื้นที่ (Area)
4. ข้อความคาดการณ์



พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก และยังได้ว่า ถ้า ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก แล้ว $BC^2 + AB^2 = AC^2$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้การหมุน (Rotate)
 - 1.1 เปิดโปรแกรม Sketchpad เลือกคำสั่ง **แฟ้มใหม่** จากเมนูแฟ้ม
 - 1.2 ใช้เมนู **ส่วนของเส้นตรง** สร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวพอสมควร ตั้งชื่อว่าส่วนของเส้นตรง AB
 - 1.3 ดับเบิลคลิกที่จุด B เพื่อระบุจุดหมุน จากนั้นเลือกส่วนของเส้นตรง AB เข้าเมนู **การแปลง หมุน ระบุมุม -90°** (ทำให้เกิดมุมฉาก) ตั้งชื่อจุดที่เกิดขึ้นใหม่ว่าจุด C
 - 1.4 ลากส่วนของเส้นตรง AC เพื่อทำให้เกิดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC
 - 1.5 ไปที่ทางเลือกเครื่องมือ **Appearance Tools Angle Mark (Right)** เพื่อทำให้เกิดสัญลักษณ์ของมุมฉาก

2. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้วงกลมและเส้นตั้งฉาก

2.1 เลือกจุด A และด้าน AC จากนั้นเข้าเมนูสร้าง

วงกลมที่เกิดจากจุดศูนย์กลางและรัศมี

2.2 ในทำนองเดียวกัน เลือกที่จุด C และด้าน AC

เข้าเมนูสร้าง วงกลมที่เกิดจากจุดศูนย์กลางและรัศมี

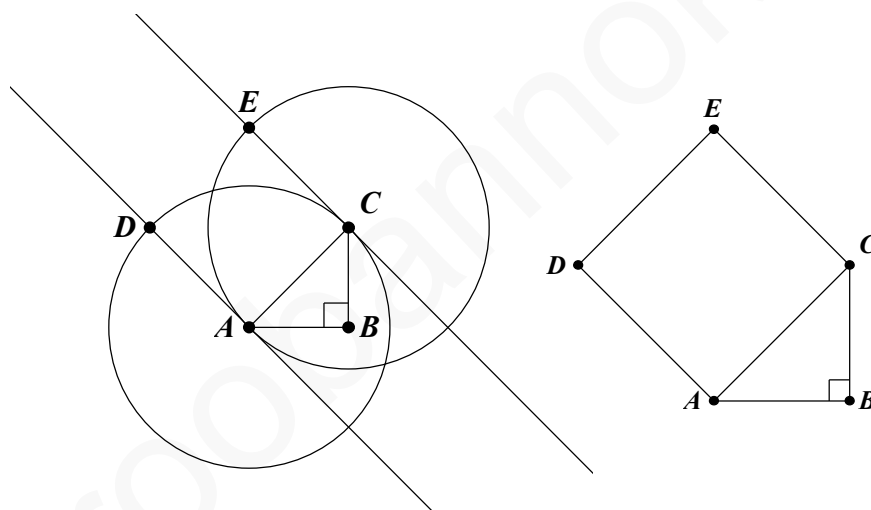
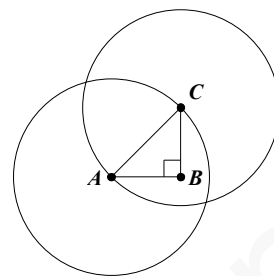
2.3 เลือกที่จุด A และด้าน AC จากนั้นเข้าเมนูสร้าง เส้นตั้งฉาก

2.4 ทำการเลือกเส้นตั้งฉากและวงกลม จากนั้นเข้าเมนูสร้าง จุดตัด

2.5 ในทำนองเดียวกัน เลือกที่จุด C และด้าน AC จากนั้นเข้าเมนูสร้าง เส้นตั้งฉาก

2.6 ทำการเลือกเส้นตั้งฉากและวงกลม จากนั้นเข้าเมนูสร้าง จุดตัด

2.7 ตั้งชื่อจุดที่เกิดขึ้นใหม่นี้ว่าจุด D และจุด E ตามลำดับ

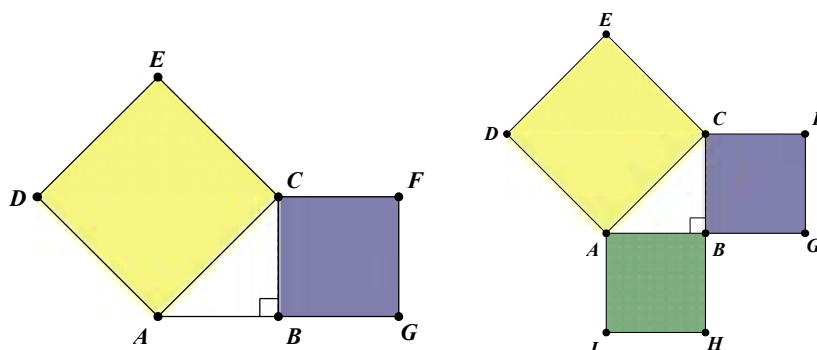


2.8 เลือกจุด A, C, E และ D ตามลำดับ จากนั้นเข้าเมนูสร้าง ส่วนของเส้นตรง จะเกิดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ACED บนด้านตรงข้ามมุมฉากตามต้องการ

2.9 ทำการซ่อนวงกลมและเส้นตั้งฉากเพื่อให้เหลือเพียงรูปที่ต้องการเท่านั้น

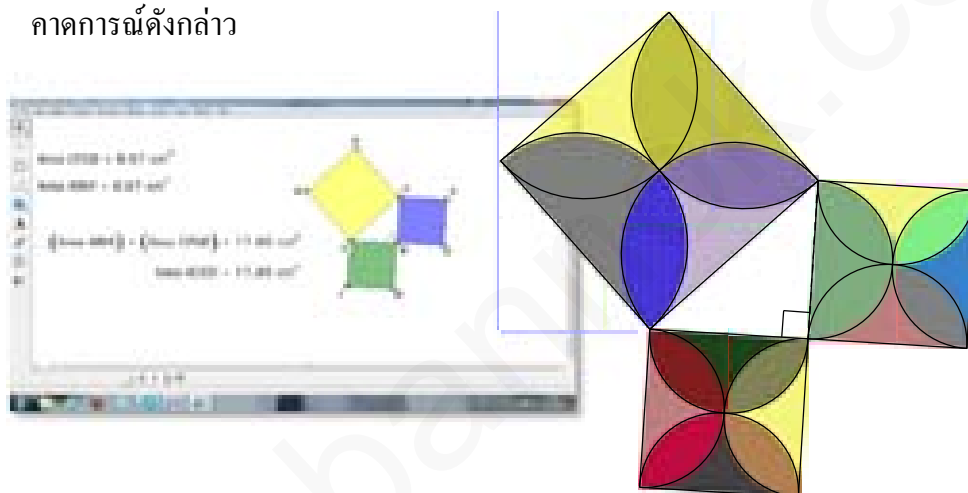
2.10 ทำการสร้างพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ACED และกำหนดสีให้เรียบร้อย

2.11 ให้ใช้วิธีการเดียวกันในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส BCFG และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABHI บนด้านประกอบมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



3. การวัดพื้นที่ของรูปเรขาคณิตโดยใช้เมนูพื้นที่ (Area)

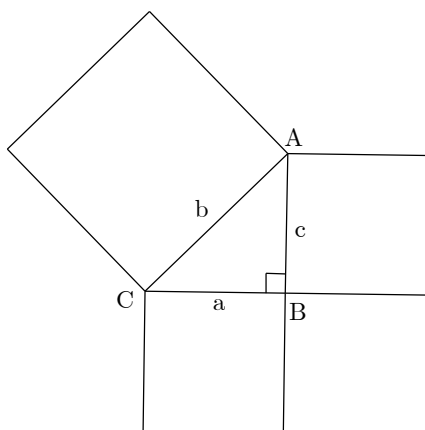
- 3.1 ทำการวัดพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉาก โดยเลือกพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ACED เข้าเมนูการวัด พื้นที่
- 3.2 จากนั้นเลือกพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม BCFG และพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ABHI เข้าเมนูการวัด พื้นที่ จากนั้นให้สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างค่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสาม
- 3.3 นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก
- 3.4 จากข้อความคาดการณ์ให้นักเรียนใช้เมนู **คำนวณ (Calculate)** ในการยืนยันข้อความคาดการณ์ดังกล่าว



แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 2



1. โดยทฤษฎีบทพีทาโกรัส จงแสดงว่าในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากกำลังสองมีขนาดเท่ากับผลรวมของกำลังสองของด้านประกอบมุมฉาก นั่นคือ จากรูปที่กำหนดให้ จงแสดงว่า $a^2 + c^2 = b^2$



.....

.....

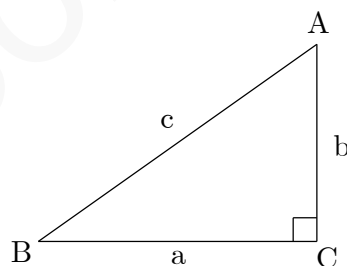
.....

.....

.....

.....

2. จงหาความยาวของด้านที่สามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้ดังต่อไปนี้



2.1 $a = 24, b = 7$

.....

.....

2.2 $a = 16, b = 20$

.....

.....

2.3 $b = 15, c = 25$

.....

.....

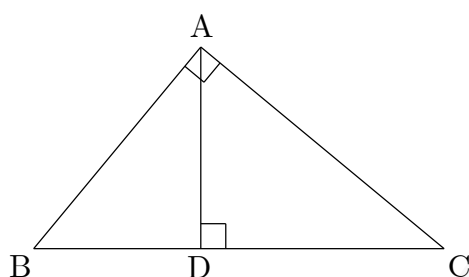
2.4 a = 9, b = 12

.....

2.5 $b = 8, c = 17$

.....

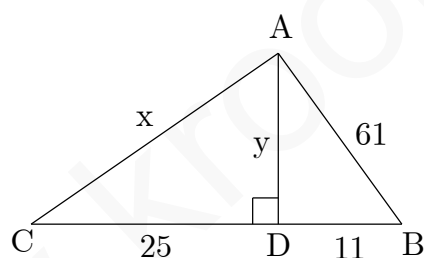
3. จากรูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มี \hat{BAC} เป็นมุมฉาก ด้าน BC ยาว 13 เซนติเมตร ด้าน AC ยาว 12 เซนติเมตร และ AD ตั้งฉากกับ BC จงหาความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม ABC และความยาวของด้าน AD



ตอบ.....

ตอบ.....

4. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาค่าของ $x + y$



.....

.....

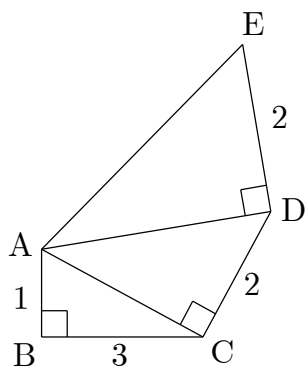
.....

.....

ตอบ.....

ตอบ.....

5. จากรูป พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมบนด้าน AE เท่ากับกี่ตารางหน่วย

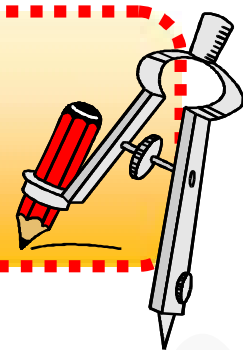


ตอบ

ตอบ.....

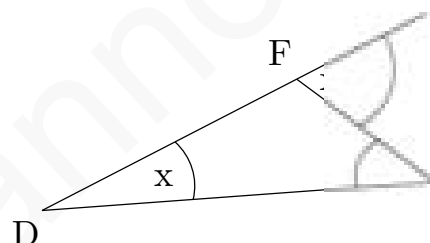
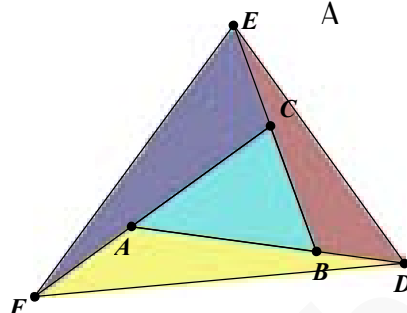
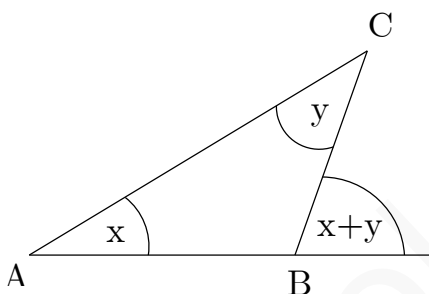


กิจกรรมเรขาคณิต 3 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม



สาระการเรียนรู้

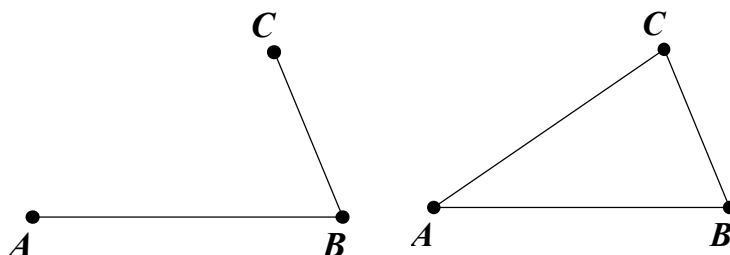
1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมใดๆ
2. การสร้างรังสี (Ray)
3. การวัดขนาดของมุม
4. ข้อความคาดการณ์



เมื่อต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปขนาดของมุมที่เกิดขึ้น
ของมุมที่ไม่ใช่มุมประชิด

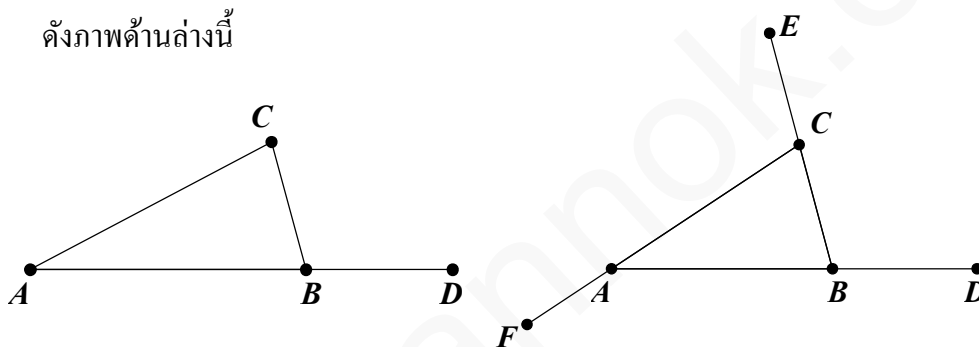
กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมใดๆ
 - 1.1 เปิดโปรแกรม Sketchpad เลือกคำสั่ง **เพิ่มใหม่** จากเมนูเพิ่ม
 - 1.2 ใช้เมนู **ส่วนของเส้นตรง** สร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวพอส
ของเส้นตรง AB
 - 1.3 ที่จุด B สร้างส่วนของเส้นตรงอีกหนึ่งเส้น ตั้งชื่อว่าจุด C จากนั้น
C เข้าเมนูสร้าง **ส่วนของเส้นตรง** จะได้รูปสามเหลี่ยม ABC

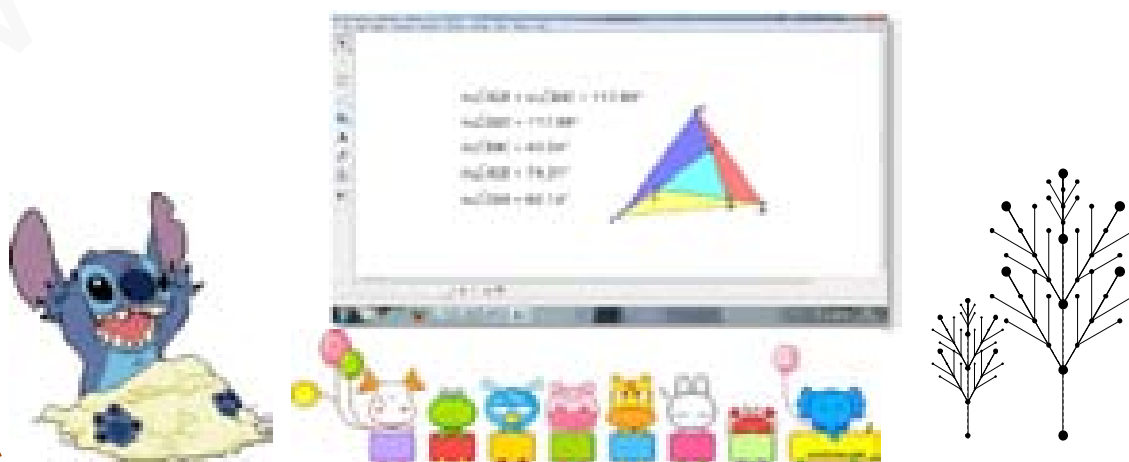


2. การต่อต้านของรูปสามเหลี่ยมโดยใช้เครื่องมือ รังสี และการวัดขนาดของมุม

- 2.1 ในรูปสามเหลี่ยม ABC ที่สร้างขึ้น ทำการต่อต้าน AB ออกไปทางจุด B โดยทำการเลือกที่จุด A และ B ตามลำดับ จากนั้นเข้าเมนูสร้าง รังสี
- 2.2 ทำการสร้างจุดบนรังสี AB โดยการเลือกที่รังสี จากนั้นเข้าเมนูสร้าง จุดบนรังสี ตั้งชื่อจุดบนรังสีนี้ว่า จุด D จากนั้นเลือกที่จุด A และจุด D ตามลำดับ เข้าเมนูสร้าง ส่วนของเส้นตรง และทำการซ้อนรังสี AB จะได้ว่าด้าน BD เป็นด้านที่ต่อจากด้าน AB ตามต้องการ
- 2.3 ด้วยวิธีการเดียวกันกับ 2.2 ให้ทำการต่อต้านอีกสองด้านที่เหลือและตั้งชื่อจุดต่างๆ ดังภาพด้านล่างนี้



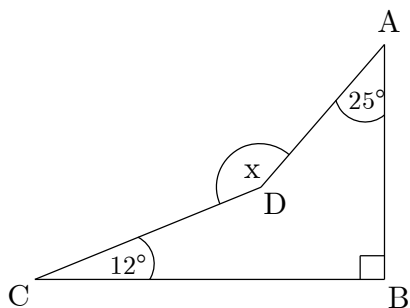
- 2.4 หลังจากทำการต่อต้านของรูปสามเหลี่ยมจนครบทุกด้านแล้ว ให้ทำการวัดขนาดของมุมที่เกิดขึ้นทั้ง 6 มุม ตัวอย่างในการวัดมุม $\angle CBD$ ให้เลือกที่จุด C, B และ D หรือ D, B และ C โดยเลือกตามลำดับ จากนั้นไปที่เมนูการวัด มุม จะได้ขนาดของมุม $\angle CBD$ ปรากฏขึ้นตามต้องการ
- 2.5 เมื่อทำการวัดขนาดของมุมครบทั้ง 6 มุมแล้ว ให้สังเกตความสัมพันธ์ของมุมต่างๆ ซึ่งพบว่าขนาดของมุมภายนอกที่เกิดจากการต่อต้านออกไปจะเท่ากับผลรวมของมุมภายในซึ่งไม่ใช่มุมประชิด
- 2.7 ทำการตกแต่งชิ้นงานให้สวยงาม



แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมเรขาคณิต 3

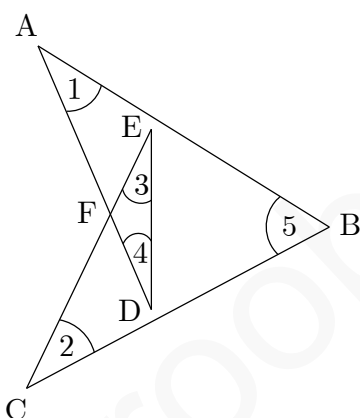


1. จากรูป มุม x มีขนาดกี่องศา



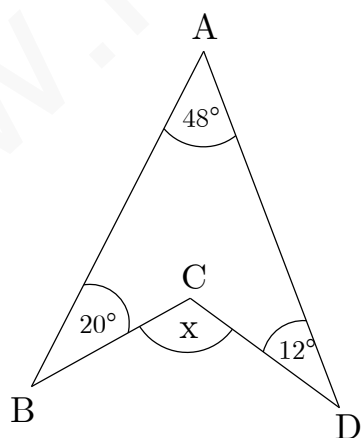
ตอบ.....

2. จากรูป จงหาว่า $\hat{1}+\hat{2}+\hat{3}+\hat{4}+\hat{5}$ มีขนาดกี่องศา

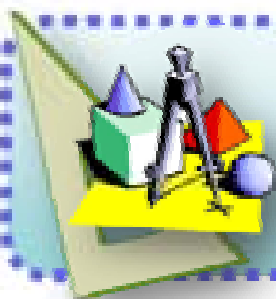


ตอบ.....

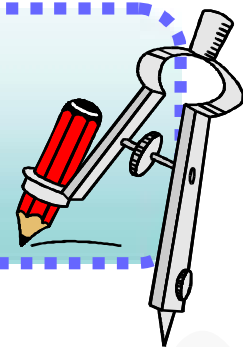
3. จากรูป มุม x มีขนาดกี่องศา



ตอบ.....

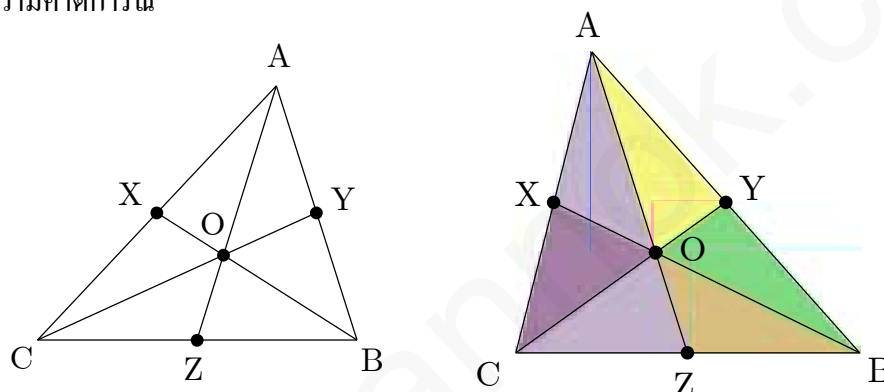


กิจกรรมเรขาคณิต 4 การสำรวจจุดเซนทรอยด์



สาระการเรียนรู้

1. การสร้างเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยมโดยอาศัยการสร้างจุดกึ่งกลางด้าน
2. การสร้างจุดตัดของเส้นมัธยฐาน (จุดเซนทรอยด์) โดยใช้เมนู จุดตัด (Intersection)
3. ข้อความคาดการณ์



จุดเซนทรอยด์แบ่งเส้นมัธยฐานออกเป็นสัดส่วน 1 : 2

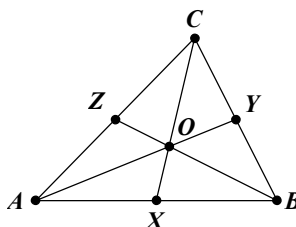
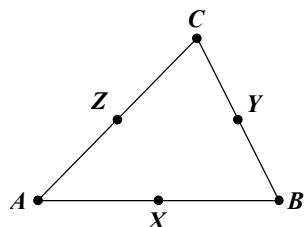
กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมและจุดเซนทรอยด์

- 1.1 เปิดโปรแกรม Sketchpad เลือกคำสั่ง **แฟ้มใหม่** จากเมนูแฟ้ม
- 1.2 ใช้เมนู **ส่วนของเส้นตรง** สร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวพอสมควร ตั้งชื่อว่าส่วนของเส้นตรง AB
- 1.3 ที่จุด B สร้างส่วนของเส้นตรง BC จากนั้นเลือกจุด A และ C เข้าเมนูสร้าง ส่วนของเส้นตรง (หรือใช้การกดแป้นพิมพ์ Ctrl + L) เพื่อให้เกิดส่วนของเส้นตรง AC และรูปสามเหลี่ยม ABC ที่สมบูรณ์
- 1.4 เมื่อได้รูปสามเหลี่ยม ABC ที่สมบูรณ์แล้ว ให้ทำการเลือกที่ด้าน AB จากนั้นเข้าเมนูสร้าง **จุดกึ่งกลาง** จะพบว่าเกิดจุดกึ่งกลางบนด้าน AB ตั้งชื่อจุดนั้นว่าจุด X
- 1.5 ในทำนองเดียวกัน ทำการเลือกด้าน BC เข้าเมนูสร้าง **จุดกึ่งกลาง** ตั้งชื่อจุดกึ่งกลางที่เกิดขึ้นว่าจุด Y จากนั้นทำการเลือกด้าน AC เข้าเมนูสร้าง **จุดกึ่งกลาง** จะพบว่าเกิดจุดกึ่งกลางบนด้าน AC ตั้งชื่อจุดนั้นว่าจุด Z

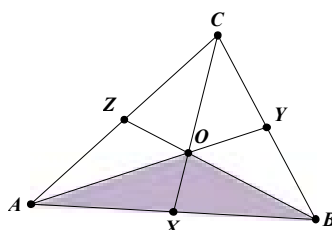


- 1.6 ทำการสร้างส่วนของเส้นตรง AY, BZ และ CX จะได้ส่วนของเส้นตรงทั้งสามนี้เป็นเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยม ABC
- 1.7 เลือกเส้นมัธยฐานทั้งสาม จากนั้นเข้าเมนูสร้าง จุดตัด จะได้จุดที่เกิดจากการตัดกันของเส้นมัธยฐาน ตั้งชื่อจุดตัดนั้นว่า จุด O ซึ่งจุด O นี้ เรียกว่าจุดเซนทรอยด์

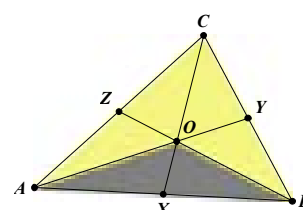


2. การสำรวจจุดเซนทรอยด์

- 2.1 ให้นักเรียนทำการวัดความยาวของส่วนของเส้นตรง CO และ OX จากนั้นสังเกตความสัมพันธ์จากค่าที่ได้จากการวัด วิธีการคือ เลือกที่ส่วนของเส้นตรง CO จากนั้นไปที่เมนูการวัด ความยาว
- 2.2 ในทำนองเดียวกัน ให้นักเรียนทำการวัดความยาวของส่วนของเส้นตรง BO และ OZ ส่วนของเส้นตรง AO และ OY ทำการสังเกตค่าที่ได้จากการวัด
- 2.3 จากการสังเกต นักเรียนจะพบว่าในเส้นมัธยฐานเส้นหนึ่ง จุดเซนทรอยด์จะแบ่งเส้นมัธยฐานนั้นออกเป็นสัดส่วน $1:2$ เพื่อเป็นการยืนยันข้อความคาดการณ์นี้ ให้นักเรียนไปที่เมนูคำนวณ เครื่องคำนวณ จากนั้นเลือกป้ายแสดงความยาวของส่วนของเส้นตรง CO เลือกการหาร และเลือกป้ายแสดงความยาวของส่วนของเส้นตรง OX จากนั้นคลิกที่ปุ่ม **ตกลง** จะพบว่าเกิดป้ายแสดงการคำนวณบนหน้าจอ ซึ่งผลลัพธ์เป็น 2 ให้นักเรียนทดลองเคลื่อนที่จุดต่างๆ ของรูปสามเหลี่ยม ABC จะพบว่าผลลัพธ์จากการหารยังคงเป็น 2
- 2.4 ในทำนองเดียวกัน ให้นักเรียนทำการวัดความยาวของส่วนของเส้นตรงบนเส้นมัธยฐานเส้นอื่นๆ เพื่อยืนยันข้อความคาดการณ์
- 2.5 หลังจากที่ทำสำรวจและยืนยันข้อความคาดการณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำการวัดพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABO และ ABC และสังเกตค่าของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้งสอง

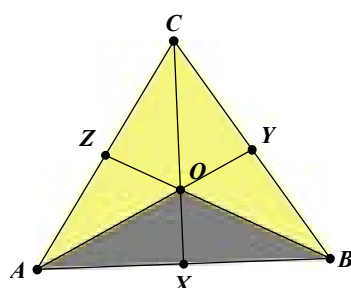


$$\text{Area } \triangle AOB = 8.60 \text{ cm}^2$$



$$\begin{aligned} \text{Area } \triangle AOB &= 8.60 \text{ cm}^2 \\ \text{Area } \triangle ABC &= 25.79 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- 2.6 นักเรียนจะพบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC มีขนาดเป็นสามเท่าของรูปสามเหลี่ยม ABO เพื่อเป็นการยืนยันข้อความคาดการณ์ใหม่นี้ ให้นักเรียนไปที่เมนูคำนวณ เครื่องคำนวณ เลือกป้ายแสดงพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC การหารและเลือกป้ายแสดงพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABO จากนั้นคลิกที่ปุ่ม ตกลง จะเกิดผลลัพธ์จากการคำนวณขึ้นบนหน้าจอ ซึ่งผลลัพธ์นั้นคือ 3

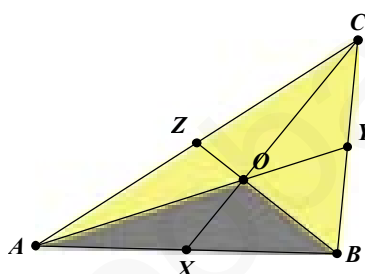


$$\frac{\text{Area } \triangle ACB}{\text{Area } \triangle AOB} = 3.00$$

$$\text{Area } \triangle AOB = 7.80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area } \triangle ACB = 23.40 \text{ cm}^2$$

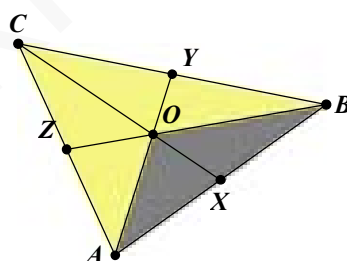
- 2.7 เมื่อนักเรียนทดลองเคลื่อนที่จุดหรือส่วนของเส้นตรงของรูปสามเหลี่ยม ABC จะพบว่าผลลัพธ์จากการคำนวณยังคงเป็น 3 เสมอ



$$\frac{\text{Area } \triangle ACB}{\text{Area } \triangle AOB} = 3.00$$

$$\text{Area } \triangle AOB = 7.66 \text{ cm}^2$$

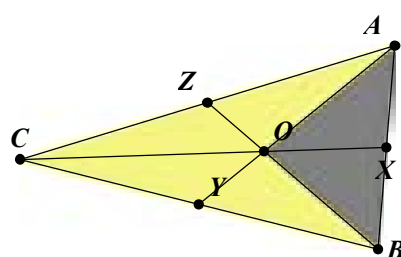
$$\text{Area } \triangle ACB = 22.97 \text{ cm}^2$$



$$\frac{\text{Area } \triangle ACB}{\text{Area } \triangle AOB} = 3.00$$

$$\text{Area } \triangle AOB = 6.01 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area } \triangle ACB = 18.03 \text{ cm}^2$$

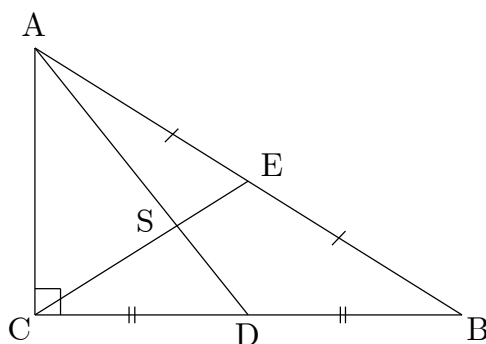


$$\frac{\text{Area } \triangle ACB}{\text{Area } \triangle AOB} = 3.00$$

$$\text{Area } \triangle AOB = 6.72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area } \triangle ACB = 20.15 \text{ cm}^2$$

4. จากรูป สามเหลี่ยม ABC มี \overline{AD} และ \overline{CE} เป็นเส้นมัธยฐาน ตัดกันที่จุด S ถ้า $\overline{AB} = 12$ เซนติเมตร แล้ว \overline{CS} ยาวเท่าใด (4 เซนติเมตร)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ.....

5. กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุด O เป็นจุดภายใน ทำให้ AO, BO และ CO พบ BC, CA และ AB ที่จุด P, Q และ R ตามลำดับ ถ้า $\frac{AO}{OP} + \frac{BO}{OQ} + \frac{CO}{OR} = 999$ หน่วย แล้ว $\frac{AO}{OP} \cdot \frac{BO}{OQ} \cdot \frac{CO}{OR}$ มีค่าเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

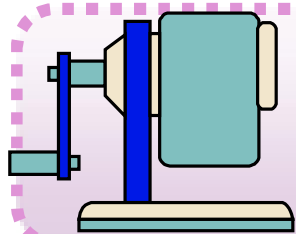
.....

.....

.....

.....

ตอบ.....



แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต



คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

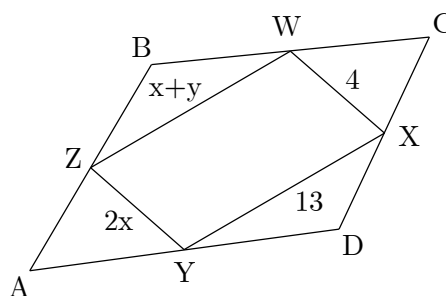
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีพื้นที่ 384 ตารางเซนติเมตร ถ้าอัตราส่วนของด้านประกอบมุมฉากเป็น 3 : 4 แล้วรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปนี้จะมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวกี่เซนติเมตร

1. 25 เซนติเมตร
2. 30 เซนติเมตร
3. 35 เซนติเมตร
4. 40 เซนติเมตร



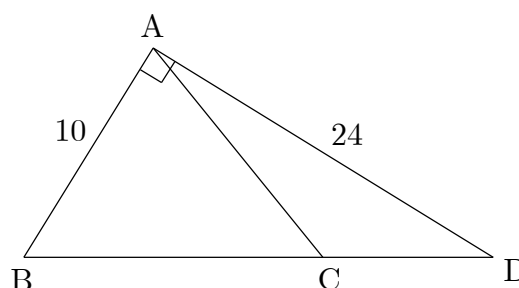
2. กำหนดให้ W, X, Y และ Z เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม ABCD ดังภาพ ถ้า $\overline{WZ} = x + y$, $\overline{YZ} = 2x$, $\overline{YX} = 13$ และ $\overline{WX} = 4$ แล้ว $x - y$ มีค่าเท่าใด

1. -6
2. -7
3. -8
4. -9



3. ABD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก $\overline{AB} = 10$ หน่วย, $\overline{AD} = 24$ หน่วย และ $\overline{BC} : \overline{CD} = 3 : 1$ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ACD เท่ากับกี่ตารางหน่วย

1. 20 ตารางหน่วย
2. 30 ตารางหน่วย
3. 40 ตารางหน่วย
4. 60 ตารางหน่วย



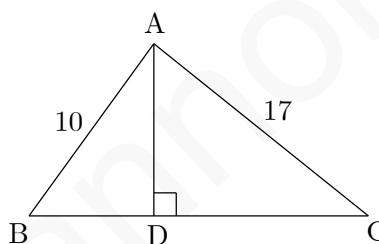
4. ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมี O เป็นจุดภายใน ทำให้ AO, BO และ CO พบ BC, CA และ AB ที่จุด P, Q และ R ตามลำดับ ถ้า $OP = OQ = OR = 3$ หน่วย $AO + BO + CO = 12$ หน่วย แล้ว $AO \cdot BO \cdot CO$ เป็นเท่าใด

1. 160 หน่วย
2. 162 หน่วย
3. 170 หน่วย
4. 172 หน่วย



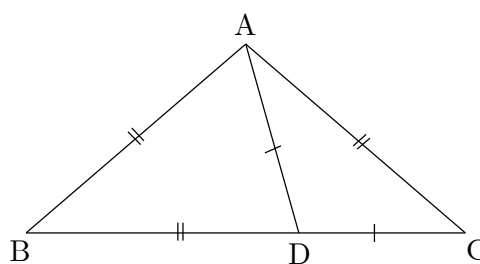
5. จากรูป ถ้า $DC - BD = 9$ นิ้ว ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นเท่าใด

1. 34 นิ้ว
2. 36 นิ้ว
3. 40 นิ้ว
4. 48 นิ้ว



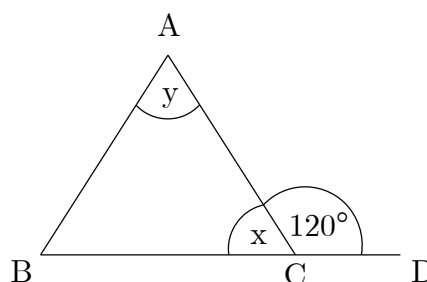
6. ในรูปสามเหลี่ยม ABC, $\overline{AB} = \overline{BD} = \overline{AC}$ และ $\overline{AD} = \overline{CD}$ แล้ว $\angle ADB$ มีขนาดกี่องศา

1. 45 องศา
2. 60 องศา
3. 72 องศา
4. 75 องศา



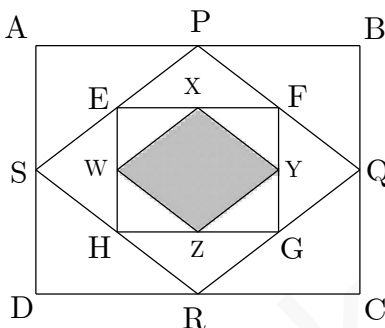
7. จากรูป กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมี $AB = AC$, $\angle BAC = y$, $\angle BCA = x$ ต่อด้าน CD ทำให้ $\angle ACD = 120^\circ$ แล้วค่าของ $3x - 2y$ เป็นเท่าใด

1. 30
2. 40
3. 50
4. 60



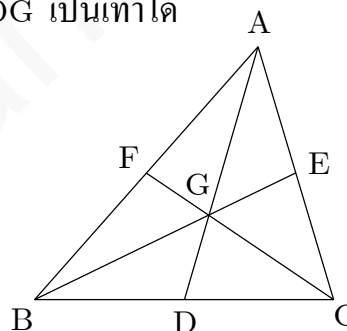
8. จากรูป P, Q, R, S เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$, E, F, G, H เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม $PQRS$ และ W, X, Y, Z เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม $EFGH$ แล้วพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ มีขนาดเป็นกี่เท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม $WXYZ$

1. 2 เท่า
2. 4 เท่า
3. 8 เท่า
4. 16 เท่า



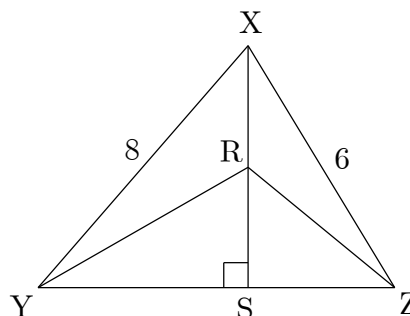
9. รูปสามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ 48 ตารางเซนติเมตร AD, BE, CF เป็นเส้นมัธยฐานตัดกันที่จุด G พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม BDG เป็นเท่าใด

1. 10 ตารางเซนติเมตร
2. 8 ตารางเซนติเมตร
3. 7 ตารางเซนติเมตร
4. 6 ตารางเซนติเมตร



10. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มี \overline{XS} ตั้งฉากกับ \overline{YZ} ที่จุด S , R เป็นจุดอยู่บนเส้นตรง \overline{XS} ถ้า \overline{XY} และ \overline{XZ} ยาว 8 และ 6 เซนติเมตร ตามลำดับ แล้ว $RY^2 - RZ^2$ มีค่าเท่าใด

1. 28 เซนติเมตร
2. 29 เซนติเมตร
3. 30 เซนติเมตร
4. 31 เซนติเมตร



แบบสอบถามความพึงพอใจ
ตอบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

ให้นักเรียนทำการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจตอบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ด้านล่างนี้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด โดยที่ 5 หมายถึง มากที่สุด, 4 หมายถึง มาก 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง น้อย และ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปลักษณ์ของบทเรียนปฏิบัติการ					
1.1 รูปเล่มมีความสวยงาม น่าเรียนรู้					
1.2 ตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน					
1.3 ภาษาที่ใช้ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย					
2. ด้านเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับ					
2.1 เนื้อหาไม่ยากจนเกินไป					
2.2 ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
2.3 นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น					
2.4 ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเพียงพอ					
2.5 ทำให้นักเรียนรู้ถึงกระบวนการสร้างทฤษฎีทางเรขาคณิตและสามารถนำไปใช้ได้					
3. ด้านทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
3.1 บทเรียนปฏิบัติการ GSP ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น					
3.2 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา					
3.3 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล					
3.4 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถตัดสินใจถูกต้องของข้อสรุปได้					
3.5 บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลได้					

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. ผลคะแนนจากการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ผลคะแนนจากการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็นรายด้าน
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ครั้ง ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 18 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เลขที่	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3	หลังเรียน
1	8	10	9	10	12
2	5	9	9	10	10
3	6	6	6	11	11
4	6	8	8	8	9
5	9	9	8	9	12
6	8	8	8	8	8
7	5	6	6	7	9
8	7	7	7	8	8
9	8	8	7	9	9
10	12	12	12	12	12
11	7	7	7	7	10
12	7	9	9	11	11
13	6	6	6	8	10
14	8	8	8	8	10
15	8	8	8	9	10
16	5	5	6	8	11
17	12	12	11	12	12
18	7	8	8	11	11
19	7	8	8	12	12
20	5	7	7	8	11
21	8	8	8	8	11
22	10	10	10	10	12
23	6	7	7	10	10
24	9	9	9	10	10
25	12	12	12	12	12
26	4	8	9	9	9

ตารางที่ 18 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2	ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3	หลังเรียน
27	8	8	8	8	11
28	8	8	8	10	10
29	9	9	10	10	10
30	12	12	12	12	12
31	7	7	7	8	8
32	8	8	8	9	10
33	8	9	9	9	10
34	6	8	7	10	12
Mean	7.68	8.35	8.29	9.44	10.44
S.D.	2.10	1.74	1.66	1.52	1.26

ผลคะแนนการทดสอบ
ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำแนกตามรายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้ โดยที่

- ด้านที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
 ด้านที่ 2 หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
 ด้านที่ 3 หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป
 ด้านที่ 4 หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

ตารางที่ 19 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำแนกตามรายด้าน

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	2	2	2	2	8
2	1	1	1	2	5
3	2	2	1	1	6
4	2	2	1	1	6
5	3	2	2	2	9
6	2	2	2	2	8
7	1	2	1	1	5
8	2	2	2	1	7
9	2	2	2	2	8
10	3	3	3	3	12
11	2	2	1	2	7
12	3	2	1	1	7
13	2	2	1	1	6
14	2	2	2	2	8
15	3	2	1	2	8
16	2	1	1	1	5
17	3	3	3	3	12
18	2	2	1	2	7
19	2	2	1	2	7

ตารางที่ 19 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำแนกตามรายด้าน (ต่อ)

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
20	1	1	1	2	5
21	2	2	2	2	8
22	3	2	2	3	10
23	2	2	1	1	6
24	3	3	1	2	9
25	3	3	3	3	12
26	1	1	1	1	4
27	2	2	2	2	8
28	2	2	2	2	8
29	3	2	1	3	9
30	3	3	3	3	12
31	2	2	1	2	7
32	2	2	1	3	8
33	2	2	1	3	8
34	2	2	1	1	6
Mean	2.18	2.03	1.53	1.94	7.68
S.D.	0.63	0.52	0.71	0.74	2.10

ผลคะแนนการทดสอบ

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1 จำแนกตามรายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1 ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้ โดยที่

ด้านที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา

ด้านที่ 2 หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ด้านที่ 3 หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป

ด้านที่ 4 หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

ตารางที่ 20 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	3	3	2	2	10
2	2	2	3	2	9
3	2	2	1	1	6
4	3	2	1	2	8
5	3	2	2	2	9
6	2	2	2	2	8
7	2	2	1	1	6
8	2	2	2	1	7
9	2	2	2	2	8
10	3	3	3	3	12
11	2	2	1	2	7
12	3	2	1	3	9
13	2	2	1	1	6
14	2	2	2	2	8
15	3	2	1	2	8
16	2	1	1	1	5
17	3	3	3	3	12
18	2	2	1	3	8
19	2	2	1	3	8

ตารางที่ 20 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1 (ต่อ)

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
20	2	2	1	2	7
21	2	2	2	2	8
22	3	2	2	3	10
23	3	2	1	1	7
24	3	3	1	2	9
25	3	3	3	3	12
26	2	2	2	2	8
27	2	2	2	2	8
28	2	2	2	2	8
29	3	2	1	3	9
30	3	3	3	3	12
31	2	2	1	2	7
32	2	2	1	3	8
33	2	2	2	3	9
34	2	2	2	2	8
Mean	2.38	2.15	1.68	2.15	8.35
S.D.	0.49	0.44	0.73	0.70	1.74

ผลคะแนนการทดสอบ

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2 จำแนกตามรายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2 ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้ โดยที่

ด้านที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา

ด้านที่ 2 หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ด้านที่ 3 หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป

ด้านที่ 4 หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

ตารางที่ 21 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	3	2	2	2	9
2	2	2	3	2	9
3	2	2	1	1	6
4	3	2	1	2	8
5	2	2	2	2	8
6	2	2	2	2	8
7	2	2	1	1	6
8	2	2	2	1	7
9	2	1	2	2	7
10	3	3	3	3	12
11	2	2	1	2	7
12	3	2	1	3	9
13	2	2	1	1	6
14	2	2	2	2	8
15	3	2	1	2	8
16	2	2	1	1	6
17	3	3	3	2	11
18	2	2	1	3	8
19	2	2	1	3	8

ตารางที่ 21 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2 (ต่อ)

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
20	2	2	1	2	7
21	2	2	2	2	8
22	3	2	2	3	10
23	3	2	1	1	7
24	3	3	1	2	9
25	3	3	3	3	12
26	3	2	2	2	9
27	2	2	2	2	8
28	3	1	2	2	8
29	3	2	2	3	10
30	3	3	3	3	12
31	2	2	1	2	7
32	2	2	1	3	8
33	2	2	2	3	9
34	2	2	2	1	7
Mean	2.41	2.09	1.71	2.09	8.29
S.D.	0.50	0.45	0.72	0.71	1.66

ผลคะแนนการทดสอบ

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3 จำแนกตามรายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3 ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้ โดยที่

ด้านที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา

ด้านที่ 2 หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ด้านที่ 3 หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป

ด้านที่ 4 หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

ตารางที่ 22 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	3	3	2	2	10
2	3	2	3	2	10
3	3	2	3	3	11
4	3	2	1	2	8
5	3	2	2	2	9
6	2	2	2	2	8
7	3	2	1	1	7
8	2	2	2	2	8
9	2	3	2	2	9
10	3	3	3	3	12
11	2	2	1	2	7
12	3	2	3	3	11
13	3	2	2	1	8
14	2	2	2	2	8
15	3	2	2	2	9
16	2	2	2	2	8
17	3	3	3	3	12
18	3	3	2	3	11
19	3	3	3	3	12

ตารางที่ 22 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ครั้งที่ 3 (ต่อ)

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
20	2	2	2	2	8
21	2	2	2	2	8
22	3	2	2	3	10
23	3	2	2	3	10
24	3	3	2	2	10
25	3	3	3	3	12
26	3	2	2	2	9
27	2	2	2	2	8
28	3	3	2	2	10
29	3	2	2	3	10
30	3	3	3	3	12
31	2	2	2	2	8
32	2	2	2	3	9
33	2	2	2	3	9
34	3	3	2	2	10
Mean	2.65	2.32	2.15	2.32	9.44
S.D.	0.49	0.47	0.56	0.59	1.52

ผลคะแนนการทดสอบ
ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จำแนกตามรายด้าน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบจากการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ผลคะแนนการทดสอบปรากฏดังตารางต่อไปนี้ โดยที่

- ด้านที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
 ด้านที่ 2 หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
 ด้านที่ 3 หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของข้อสรุป
 ด้านที่ 4 หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผล

ตารางที่ 23 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	3	3	3	3	12
2	3	2	3	2	10
3	3	2	3	3	11
4	3	2	2	2	9
5	3	3	3	3	12
6	2	2	2	2	8
7	3	2	2	2	9
8	2	2	2	2	8
9	2	3	2	2	9
10	3	3	3	3	12
11	3	3	2	2	10
12	3	2	3	3	11
13	3	2	2	3	10
14	3	2	2	3	10
15	3	2	2	3	10
16	3	3	2	3	11
17	3	3	3	3	12
18	3	3	2	3	11
19	3	3	3	3	12

ตารางที่ 23 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

เลขที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
20	3	3	2	3	11
21	3	3	2	3	11
22	3	3	3	3	12
23	3	2	2	3	10
24	3	3	2	2	10
25	3	3	3	3	12
26	3	2	2	2	9
27	3	3	2	3	11
28	3	3	2	2	10
29	3	2	2	3	10
30	3	3	3	3	12
31	2	2	2	2	8
32	3	2	2	3	10
33	3	2	2	3	10
34	3	3	3	3	12
Mean	2.88	2.53	2.35	2.68	10.44
S.D.	0.33	0.51	0.49	0.47	1.26

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต**

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

(ตาราง Paired Samples Statistics)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	P1POST	10.44	34	1.260	.216
	P2PRE	7.68	34	2.099	.360

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบทีโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

(ตาราง Paired Samples Test)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2 tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	P1POST - P2PRE	2.76	1.892	.324	2.10	3.42	8.521	33	.000

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ ต่อบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ GSP เรื่อง การสำรวจทางเรขาคณิต ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทั้ง 34 คน ปรากฏผลการตอบแบบสอบถามดังนี้

เมื่อกำหนดให้

- X_1 แทน รูปเล่มมีความสวยงาม น่าเรียนรู้
- X_2 แทน ตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน
- X_3 แทน ภาษาที่ใช้ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย
- X_4 แทน เนื้อหาไม่ยากจนเกินไป
- X_5 แทน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- X_6 แทน นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น
- X_7 แทน ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเพียงพอ
- X_8 แทน ทำให้นักเรียนรู้ถึงกระบวนการสร้างทฤษฎีทางเรขาคณิตและสามารถ นำไปใช้ได้
- X_9 แทน บทเรียนปฏิบัติการ GSP ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น
- X_{10} แทน บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา
- X_{11} แทน บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
- X_{12} แทน บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถตัดสินใจของข้อสรุปได้
- X_{13} แทน บทเรียนปฏิบัติการ GSP สร้างแนวทางให้นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลได้

ตารางที่ 26 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

เลขที่	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
2	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4
3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
4	4	4	4	4	3	5	5	5	4	4	4	4	5
5	5	5	5	5	5	3	3	3	2	2	5	4	4

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
(ตาราง Statistics)

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
N Valid	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	4.68	4.65	4.56	4.65	4.53	4.50	4.44	4.50	4.44	4.35	4.38	3.94	4.44
Std. Deviation	.475	.485	.504	.485	.615	.615	.561	.564	.660	.774	.779	.851	.561
Sum	159	158	155	158	154	153	151	153	151	148	149	134	151

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_1 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid มาก	11	32.4	32.4	32.4
มากที่สุด	23	67.6	67.6	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_2 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid มาก	12	35.3	35.3	35.3
มากที่สุด	22	64.7	64.7	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_3 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid มาก	15	44.1	44.1	44.1
มากที่สุด	19	55.9	55.9	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_4 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid มาก	12	35.3	35.3	35.3
มากที่สุด	22	64.7	64.7	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_5 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ปานกลาง	2	5.9	5.9	5.9
มาก	12	35.3	35.3	41.2
มากที่สุด	20	58.8	58.8	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_6 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ปานกลาง	2	5.9	5.9	5.9
มาก	13	38.2	38.2	44.1
มากที่สุด	19	55.9	55.9	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_7 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ปานกลาง	1	2.9	2.9	2.9
มาก	17	50.0	50.0	52.9
มากที่สุด	16	47.1	47.1	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_8 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ปานกลาง	1	2.9	2.9	2.9
มาก	15	44.1	44.1	47.1
มากที่สุด	18	52.9	52.9	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_9 (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid น้อย	1	2.9	2.9	2.9
มาก	16	47.1	47.1	50.0
มากที่สุด	17	50.0	50.0	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_{10} (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid น้อย	1	2.9	2.9	2.9
ปานกลาง	3	8.8	8.8	11.8
มาก	13	38.2	38.2	50.0
มากที่สุด	17	50.0	50.0	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_{11} (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid น้อย	1	2.9	2.9	2.9
ปานกลาง	3	8.8	8.8	11.8
มาก	12	35.3	35.3	47.1

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_{11} (ตาราง Frequency) (ต่อ)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid มากที่สุด	18	52.9	52.9	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_{12} (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid น้อย	1	2.9	2.9	2.9
ปานกลาง	10	29.4	29.4	32.4
มาก	13	38.2	38.2	70.6
มากที่สุด	10	29.4	29.4	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ
ตัวแปร X_{13} (ตาราง Frequency)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ปานกลาง	1	2.9	2.9	2.9
มาก	17	50.0	50.0	52.9
มากที่สุด	16	47.1	47.1	100.0
Total	34	100.0	100.0	

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายเมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล
อายุ	24 ปี
เกิดวันที่	24 พฤศจิกายน 2532
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 128 หมู่ 13 ตำบลสระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73180
การศึกษา	ปริญญาตรีศึกษาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) สาขาคณิตศาสตร์และ คอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

ผลงานด้านการวิจัย

1. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี ที่จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS (ปี 2555)
2. ปัญหาด้านพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พหุกรณีศึกษา : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม (ปี 2556)

ผลงานด้านอื่นๆ

1. วิทยากรบรรยายเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนอัจฉริยภาพคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
2. วิทยากรในการบรรยายหัวข้อ “การประยุกต์ใช้โปรแกรม Mathematica กับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. รับเชิญจากคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในการเป็นผู้ร่วมเขียนเนื้อหาในหลักสูตรฝึกอบรมครูข้าราชการพลเรือนและบุคลากรทางการศึกษา