

รายงานการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นางอรอนงค์ เพชรอรุณสินธุ์
ครูโรงเรียนวังจันทร์วิทยา
วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

เพื่อขอมีหรือเลื่อนวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
สายงานการสอน
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ชื่อเรื่อง	รายงานการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้รายงาน	นางอรอนงค์ เพชรอรุณสินธุ์
สังกัด	โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

จากการศึกษาครั้งนี้เป็นรายงานการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการรายงาน ดังนี้ 1) เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร 3) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร 4) เพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เลือกวิธีการจับสลากจากห้อง 3/1 – 3/9 โดยศึกษาเป็นรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้ในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและแบบวัดเจตคติของผู้เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม SPSS 20.0 หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสถิติที่ใช้ คือ Paired – Samples T – Test ผลการสร้างและพัฒนา สรุปได้ว่า

1. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.91/78.22
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05.
3. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีพฤติกรรมการเรียนรู้ ระหว่างเรียนที่ค่าเฉลี่ย 2.39 อยู่ในระดับเหมาะสมดี
4. เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ย 3.74 อยู่ในระดับมาก

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการพัฒนา.....	5
สมมติฐานของการพัฒนา.....	5
ขอบเขตของการพัฒนา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวังจันทร์โมเดล.....	19
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์.....	23
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP.....	46
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	58
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้.....	77
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ.....	82
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	90
3 วิธีดำเนินการพัฒนา.....	95
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	95
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	95
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	96
แบบแผนและวิธีดำเนินการพัฒนา.....	106
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	110
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	110
4 ผลการดำเนินการพัฒนา.....	114

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	124
สรุปผล.....	126
อภิปรายผล.....	126
ข้อเสนอแนะ.....	131
บรรณานุกรม.....	132
ภาคผนวก.....	140
ภาคผนวก ก รายงานคณะผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	141
ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-10 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ).....	143
ภาคผนวก ค ตารางแสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ ใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ แผนที่ 1-10.....	146
ภาคผนวก ง แบบสอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1-10 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	157
ภาคผนวก จ ตารางแสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1-10.....	160
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงการหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1-10.....	171
ภาคผนวก ช แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	196
ภาคผนวก ซ ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	209

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

ภาคผนวก (ต่อ).....	
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	212
ภาคผนวก ช ตารางแสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS 20.0.....	219
ภาคผนวก ฎ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	221
ภาคผนวก ฏ ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3.....	244
ภาคผนวก ฐ แบบตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรม นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	249
ภาคผนวก ท ตารางแสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรม นักเรียนระหว่างเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	252
ภาคผนวก ฒ แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	254
ภาคผนวก ณ ตารางแสดงค่าการประเมินการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ระหว่างเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	257
ภาคผนวก ด แบบสอบถามความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มี ต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	259
ภาคผนวก ต ตารางแสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติของ นักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	262

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ).....	
ภาคผนวก ถ ตารางแสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อวัด เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบัทซ์ ด้วย โปรแกรม SPSS 20.0	264
ภาคผนวก ท แบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3.....	266
ภาคผนวก ธ ตารางแสดงการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3.....	270
ภาคผนวก น ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (แผนที่ 1-10 นำเสนอในรูปแบบซีดีท้ายเล่ม)	280
ภาคผนวก บ ตัวอย่างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่มที่ 1 (เล่มที่ 1-10 นำเสนอในรูปแบบซีดีท้ายเล่ม)	293
ประวัติผู้รายงาน	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวชี้วัดการวิเคราะห์การวัดผลประเมินผล เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	16
2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	97
3 แบบแผนการทดลอง	106
4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึก ทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่ม 1-10 จากการทดลอง 1 : 1 จำแนกตามเล่ม	115
5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึก ทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่ม 1-10 จากการทดลอง 1 : 10 จำแนกตามเล่ม	116
6 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึก ทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่ม 1-10 จากการทดลอง 1 : 100 จำแนกตามเล่ม	117
7 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึก ทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่ม 1-10 จากการนำไปใช้จริงกับ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัด สพม. เขต 18	118
8 แสดงประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลอง 1 : 1, 1 : 10, 1 : 100 และ จากการนำไปใช้จริง จำแนกตามเล่ม	119
9 ค่าสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	120
10 ค่าสถิติของคะแนนวัดพฤติกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
11 ค่าสถิติของคะแนนการวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	122
12 แสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะ คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 10	147
13 แสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่มที่ 1 – 10	161
14 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 1) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 3 คน (E_1)	172
15 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 1) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 3 คน (E_2)	173
16 สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 1) นักเรียน 3 คน (E_1 / E_2)	174
17 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 10) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 9 คน (E_1)	175
18 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 10) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 9 คน (E_2)	176
19 สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 10) นักเรียน 9 คน (E_1 / E_2)	177
20 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 100) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 45 คน (E_1)	178
21 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 100) จำนวน 10 เล่ม นักเรียน 45 คน (E_2)	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
22 สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการทดลองเป็นรายบุคคล (1 : 100) นักเรียน 45 คน (E_1 / E_2)	186
23 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการนำไปใช้จริง จำนวน 10 เล่ม กับนักเรียนชั้น ม.3/2 จำนวนนักเรียน 45 คน (E_1)	187
24 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว ปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการนำไปใช้จริง จำนวน 10 เล่ม กับนักเรียนชั้น ม.3/2 จำนวนนักเรียน 45 คน (E_2)	191
25 สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เล่มที่ 1 – 10 ในการนำไปใช้จริงกับนักเรียนชั้น ม.3/2 จำนวนนักเรียน 45 คน (E_1 / E_2)	195
26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์การ เรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	210
27 แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	213
28 แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วย โปรแกรม SPSS 20.0	215
29 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS 20.0	220
30 แสดงค่าสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	245
31 แสดงค่าสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วย โปรแกรม SPSS 20.0	248
32 แสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนระหว่างที่เรียน โดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	253

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
33 แสดงค่าการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร	258
34 แสดงค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	263
35 แสดงการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติของนักเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS 20.0	265
36 แสดงการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบรายข้อ	271
37 แสดงการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ SPSS 20.0 ..	273

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 รูปแบบ WANGCHAN MODEL	20
2 หน้าต่างของโปรแกรม GSP	47
3 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู.....	48
4 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบแสดงผล	48
5 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบการสร้าง	49
6 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบการวัด	49
7 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู Graph	50
8 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู Window	50
9 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู Help	51
10 แสดงระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	109

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนด สาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (สิริพร ทิพย์คง, 2545, หน้า 20)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานที่สำคัญไว้ ดังนี้ (รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, 2555, หน้า 4)

1. การแก้ปัญหา (Problem Solving)
2. การให้เหตุผล (Reasoning)
3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
(Communication and Representation)
4. การเชื่อมโยง (Connection)
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การเชื่อมโยงความรู้เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM, 1989, p. 26) ดังที่ เคนเนดี้ และ ทิปส์. (Kennedy & Tipps, 1994, pp. 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ ผู้เรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ได้กับรูปร่าง สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับปรีชา เนาว์เย็นผล กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างเข้าใจอย่างแท้จริงจากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 56)

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยยังมีปัญหาเกี่ยวกับ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงหรือ อธิบายเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยจากข้อมูลที่ผ่านมาของผู้รายงานพบว่าจากการประเมินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 2, 3, 6, 7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ผู้รายงานสอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งสี่ห้อง มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 58.84 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ค่อนข้างต่ำ (โรงเรียนวังจันทร์วิทยา 2555) ผู้รายงานได้ตระหนักถึงสภาพปัญหาดังกล่าวนอกจากนี้เมื่อสำรวจแบบบันทึกผลการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน (ปพ.5) และบันทึกหลังการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่สำคัญหน่วยหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาเหตุที่ผู้เรียนมีผลการเรียนต่ำ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความยากต่อการทำความเข้าใจ ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการในการทำความเข้าใจ เนื่องจากผู้เรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร การแยกแยะรูปทรงเรขาคณิต จดจำสูตรการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร รวมไปถึงผู้เรียนไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ตามความพร้อมและความต้องการของผู้เรียนจากสื่อของจริงหรือสื่อมัลติมีเดียต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อการทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไม่บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้

การที่ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหา มากกว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ครูไม่คุ้นเคยกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีครูจำนวนไม่น้อย มีความรู้ความเข้าใจไม่ดีพอในแนวคิดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่สมควรหากครูจะทำการค้นคว้าหาวิธีการแก้ไข พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย ดังที่ ดร.รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, 2555, หน้า 8) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องเลือกสถานการณ์ที่จะนำมาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการแก้ปัญหา ฝึกฝนการใช้กระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหลากหลาย ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ด้วยตนเอง

มูลเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวนั้นเนื่องมาจากการเรียนการสอนส่วนมากเป็นการอธิบายบนกระดานอย่างเดียวและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนมากจะยึดครูเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจากประสบการณ์จริงของผู้รายงานโดยจากการสังเกตนั้นผู้เรียนโดยส่วนใหญ่จะไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุดเนื่องจากผู้เรียนรู้สึกว่าเนื้อหาในการเรียนรู้เข้าใจยาก มีสูตรในการคำนวณมากมายจำไม่ได้ว่าสูตรไหนใช้กับอะไร ไม่สนุกสนานและเคร่งเครียดจนต้องฝันใฝ่เรียนมากกว่าที่จะเรียนเพราะว่าชอบและอยากเรียน แต่เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีสื่อการเรียนการสอนมากมายหลายรูปแบบ อาทิเช่น ชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป สื่อทางมัลติมีเดีย CAI เป็นต้น ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ ซึ่งครูผู้สอนควรนำมาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี จากการศึกษาค้นคว้าของผู้รายงานถึงประเภทของสื่อการสอนต่างๆ ที่ช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูนั้น ผู้รายงานได้ตระหนักว่าสื่อการสอนต่างๆ เหล่านี้จำเป็นที่จะเป็นตัวกระตุ้นและสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดให้ซึ่งนั่นหมายความว่าผู้เรียนเต็มใจที่จะพัฒนาตนเองในเรื่องการเรียนรู้ เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วย ชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนปฏิบัติการ สื่อทางมัลติมีเดีย CAI เป็นต้น แต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้น ผู้รายงานได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลถึงความเหมาะสมว่าผู้รายงานควรจะใช้สื่อการสอนประเภทใดถึงจะมีความเหมาะสมต่อสภาพของผู้เรียนมากที่สุด และมีความทันสมัยเหมาะสมกับการพัฒนาในยุคปัจจุบัน จากสภาพความเป็นจริงของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้น ในด้านความพร้อมเกี่ยวกับความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์นั้น ทางโรงเรียนและตัวผู้เรียนเองค่อนข้างมีความพร้อมในระดับหนึ่งสำหรับด้านดังกล่าว หากจะเลือกใช้สื่อที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียก็ย่อมทำได้ หากแต่การศึกษาในครั้งนี้ผู้รายงานมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ มีการพัฒนาในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง จึงได้คิดทดลองเลือกใช้สื่อการสอนประเภทชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ แต่ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ผู้รายงานคิดสร้างขึ้นนั้นจะมีการนำ โปรแกรม GSP เข้ามาประกอบการสอนซึ่งโปรแกรม GSP “The Geometer’s Sketchpad” เป็นโปรแกรมที่ทำให้

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่น่าเบื่ออีกต่อไป เพราะสามารถแสดงการเคลื่อนไหวให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมเหมือนการสาธิตหรือทดลองให้ดู ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพอย่างถูกต้อง อันนำไปสู่การฝึกคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่างๆ สามารถพิสูจน์ทฤษฎี นิยามต่างๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้ประกอบการเรียนในวิชาอื่นๆ เช่น ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ได้ ให้น่าสนใจและเป็นตัวช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (เสรี สุขโยธิน, 2555, หน้า คำนำ) โดยจะเป็นตัวชี้แนะวิธีการคิดและวิธีการหาคำตอบไปในตัวซึ่งชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้ จะเน้นการฝึกทักษะด้านการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา แบบทดสอบจึงเป็นแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำเป็นส่วนใหญ่ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้มีการวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จากความสำเร็จที่กล่าวมา ผู้รายงานในฐานะครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จึงสนใจที่จะสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ อาทิเช่น ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม นอกจากนี้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างข้อคาดการณ์ หาความสัมพันธ์ และสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้รายงานคิดว่าการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานในการทำกิจกรรม มีเจตคติที่ดีและมีพฤติกรรมที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ และนำความรู้ไปเชื่อมโยงการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นสูง เพื่อจะได้นำความรู้ในระดับนี้ไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในระดับสูงต่อไปอีกด้วย นอกจากนี้ยังจะเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะด้านคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการพัฒนา

1. เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
4. เพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

สมมติฐานของการพัฒนา

1. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมดี
4. เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการพัฒนา

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 373 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เลือกวิธีการจับสลากจากห้อง 3/1 – 3/9

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การพัฒนาครั้งนี้เป็นการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อนำมาสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ จำนวน 10 เล่ม ใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 ชั่วโมง 6 สัปดาห์ ดังนี้

เล่มที่ 1	รูปเรขาคณิตสามมิติและปริซึม	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 2	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของปริซึม	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 3	ปริมาตรของปริซึม	1	แผน	1	ชั่วโมง
เล่มที่ 4	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 5	ปริมาตรของทรงกระบอก	1	แผน	1	ชั่วโมง
เล่มที่ 6	พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 7	พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 8	พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	1	แผน	2	ชั่วโมง
เล่มที่ 9	การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร	1	แผน	1	ชั่วโมง
เล่มที่ 10	การแก้โจทย์ปัญหาพื้นที่ผิวและปริมาตร	1	แผน	3	ชั่วโมง

ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ใช้เวลาในการสอน 6 สัปดาห์ ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง
 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เริ่มตั้งแต่วันที่ 11 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556
 ถึงวันที่ 19 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 ทั้งนี้รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดย
 ผู้รายงานทำการทดลองสอนด้วยตนเอง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้รายงานสร้างและพัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
2. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ประพฤติ ปฏิบัติต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
3. เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หมายถึง แผนการสอนหรือแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ประกอบการสอนที่ผู้รายงานได้สร้างขึ้น ซึ่งผู้รายงานได้นำรูปแบบการบริหารงานโดยใช้ WANGCHAN MODEL มาประกอบในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนและกระบวนการ การปรับปรุงคุณภาพการทำงานอย่างต่อเนื่องในทุกส่วนของกิจกรรม และทุกขั้นตอนของการทำงาน เพื่อให้การทำงานบรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย (โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 63)

W (Whole Data) เป็นการเตรียมความพร้อมหรือเตรียมข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานให้นำไปสู่ความสำเร็จให้จงได้

A (Analysis) เป็นการวิเคราะห์หรือพิจารณาองค์ประกอบที่มีผลต่อการดำเนินงานที่นำไปสู่เป้าหมายทุกกิจกรรม

N (Nice Plan) เป็นการวางแผนการปฏิบัติงานที่ดีเยี่ยมโดยอาศัยทฤษฎีที่หลากหลายจากแหล่งที่มีหลักฐานอ้างอิง เพื่อร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรมเป็นหนทางไปสู่แนวทางปฏิบัติที่เป็นเลิศ

G (Good Working) เป็นการลงมือทำงานที่ดี มีระบบขั้นตอนและทำให้รู้สึกภาคภูมิใจในส่วนหนึ่งของความสำเร็จ มีจิตสำนึกและรู้สึกภาคภูมิใจร่วมกันในที่สุด

C + H (Check) เป็นการตรวจสอบ ติดตาม และประเมินผลปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปแก้ไข ปรับปรุง พัฒนาระบบการทำงานให้นำไปสู่เป้าหมาย โดยการตรวจสอบนั้นต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหาในการดำเนินงานจะต้องอาศัยสิ่งใด และมีเกณฑ์การตรวจสอบที่ชัดเจน

A (Action) เป็นการปรับปรุง วิเคราะห์จุดบกพร่องเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป โดยมีการทบทวนผลกาปฏิบัติงาน สิ่งที่ต้องพัฒนาให้ผลการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรมมีการพัฒนาที่ดีขึ้น

N (New information) เป็นองค์ความรู้ใหม่เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป และเพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ ซึ่งส่งผลให้แต่ละกิจกรรมประสบความสำเร็จจนเกิดประโยชน์แก่ผู้อื่นที่จะนำไปใช้เป็นองค์ความรู้ในการปรับปรุง พัฒนา กระบวนการทำงาน ในครั้งต่อไป

2. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง ชุดเอกสารที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน จำนวน 10 เล่ม ซึ่งผู้รายงานสร้างขึ้นโดยได้นำโปรแกรม GSP มาใช้ประกอบการจัดทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, 2555, หน้า 9) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

โดยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาให้ได้ด้วยตนเอง การเขียนอธิบายแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่อยเป็นขั้นตอน การนำเสนอชิ้นงานที่มีคุณภาพ

3. ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

75 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ย่อยระหว่างเรียน กำหนดไว้น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน กำหนดไว้น้อยกว่าร้อยละ 75

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้รายงานสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หมายถึง ลักษณะที่ผู้เรียนประพฤติ ปฏิบัติต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เมื่อดำเนินการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เสร็จเรียบร้อยแล้ว วัดได้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมที่ผู้รายงานสร้างขึ้น

6. เจตคติที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เมื่อดำเนินการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว วัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้รายงานสร้างขึ้น มีลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert)

7. โปรแกรม GSP (Geometer's Sketchpad) หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่างๆ สามารถเลื่อน หมุน ยืด หด พลิกได้ สามารถนำเสนอภาพ เคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนิรนัย ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา โดยผู้รายงานนำโปรแกรม GSP มาใช้ประกอบการสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และนำมาประกอบการสอนเท่านั้น มิได้เน้นให้ผู้เรียนใช้โปรแกรม GSP ด้วยตนเอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่เป็นระบบครบวงจรคุณภาพ
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
3. เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาการนำสื่อ นวัตกรรม ในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรายงานการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ครั้งนี้ ผู้รายงานได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และเอกสารรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวังจันทร์โมเดล (WANGCHAN MODEL)
 - 2.1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา
 - 2.2 WANGCHAN MODEL
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ
 - 3.2 หลักการสร้างชุดฝึกทักษะ
 - 3.3 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ
 - 3.4 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ
 - 3.5 ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี
 - 3.6 คุณค่าและประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายและประเภทของปัญหา
 - 4.2 กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 มาตรฐานของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
 - 5.1 ความเป็นมาของโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
 - 5.2 โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
 - 5.3 ความสามารถของโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)
 - 5.4 โปรแกรม GSP กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.2 องค์ประกอบที่มีผลกระทบบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้
 - 7.1 ความหมายของพฤติกรรม
 - 7.2 ประเภทของพฤติกรรม
 - 7.3 รูปแบบของการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม
 - 7.4 วิธีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม
 - 7.5 ระยะเวลาการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม
 - 7.6 การปรับพฤติกรรมในห้องเรียน
8. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ
 - 8.1 ความหมายของเจตคติ
 - 8.2 ลักษณะของเจตคติ
 - 8.3 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 8.4 การวัดเจตคติ
 - 8.5 เครื่องมือการวัดเจตคติ
 - 8.6 การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีหลักการ จุดมุ่งหมาย ตลอดจนแนวทางการจัดโครงสร้างการจัดการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1-10)

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่ออาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติมีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้เวลาและจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมรวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล

และความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อย่างไร เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไรและประเมินอย่างไรรวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา โดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษาและการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้คุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 – มัธยมศึกษาปีที่ 6)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
- สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต(geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน(translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้
- สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
- สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้
- สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้
- เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ
- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดการวิเคราะห์การวัดผลประเมินผล เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด	ความรู้ (k)	ทักษะกระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
1. หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	พื้นที่ผิวของปริซึม และทรงกระบอก	หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
2. หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
3. เปรียบเทียบหน่วย ความจุ หรือหน่วย ปริมาตรในระบบ เดียวกันหรือต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม	การเปรียบเทียบหน่วย ความจุหรือหน่วย ปริมาตรในระบบ เดียวกันหรือต่างระบบ การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความจุหรือ ปริมาตร	เปรียบเทียบหน่วย ความจุหรือหน่วย ปริมาตรในระบบ เดียวกันหรือต่างระบบ เลือกใช้หน่วยการวัด เกี่ยวกับความจุหรือ ปริมาตร	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
4. ใช้การคาดคะเน เกี่ยวกับการวัดใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด	คาดคะเนเกี่ยวกับการวัด	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ตัวชี้วัด	ความรู้ (k)	ทักษะกระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหา	ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหา	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ตัวชี้วัด	ความรู้ (k)	ทักษะกระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	ลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด	ความรู้ (k)	ทักษะกระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
1.ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	-	ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
2.ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	-	ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด	ความรู้ (k)	ทักษะกระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
3.ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	-	ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	-	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
5.เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น	-	เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีจิตสาธารณะ

จากตารางที่ 1 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวังจันทร์โมเดล (WANGCHAN MODEL)

โรงเรียนวังจันทร์วิทยา

โรงเรียนวังจันทร์วิทยาก่อตั้งเมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2523 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอวังจันทร์ แบบสหศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เริ่มเปิดการสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2523 โดยมีกำนันธวัชชัย ยืนหยัดชัย บริจาคที่ดินจำนวน 40 ไร่ 43.5 ตารางวา มีนายอุทัย รัตนพงษ์ เป็นครูใหญ่คนแรกและเปิดสอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในปีการศึกษา 2532

โรงเรียนวังจันทร์วิทยา มีการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ อยู่เสมอ การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนการสอน พัฒนาสื่อการเรียนรู้ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาแหล่งเรียนรู้ ปรับปรุงภูมิทัศน์ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ นำภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่การเรียนรู้ ตลอดจนบริการสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้เรียน ผู้ปกครอง คณะครู และชุมชน จนเป็นที่ยอมรับของชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ

งานด้านวิชาการเป็นหัวใจสำคัญของโรงเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการศึกษามีความสำคัญ 2 ประการ (Cunningham & Cordeiro, 2003, pp. 202-203 อ้างอิงใน โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 20) คือ ประการแรกได้แก่ผู้เรียน ต้องมีทักษะพื้นฐานและข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นความคิดทางด้านการเรียนรู้ ประการที่สอง ความสำเร็จทางด้านการศึกษการ ผู้เรียนต้องมีทักษะการคิดในระดับสูง การแก้ปัญหาและความรู้ระดับก้าวหน้า

การวางแผนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการปฏิบัติงาน เพราะการเตรียมแผนล่วงหน้าในการปฏิบัติงานวิชาการนั้น มุ่งหมายใช้เป็นแนวทางให้งานวิชาการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียน การวางแผนจึงเป็นกระบวนการในการกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย นโยบาย วิธีการปฏิบัติ และระยะเวลาที่ดีที่สุดไว้ล่วงหน้า เพื่อเป็นแนวทางดำเนินการให้บรรลุผล (สมิต สัจฉกร, 2548, หน้า 13 อ้างอิงใน โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 21)

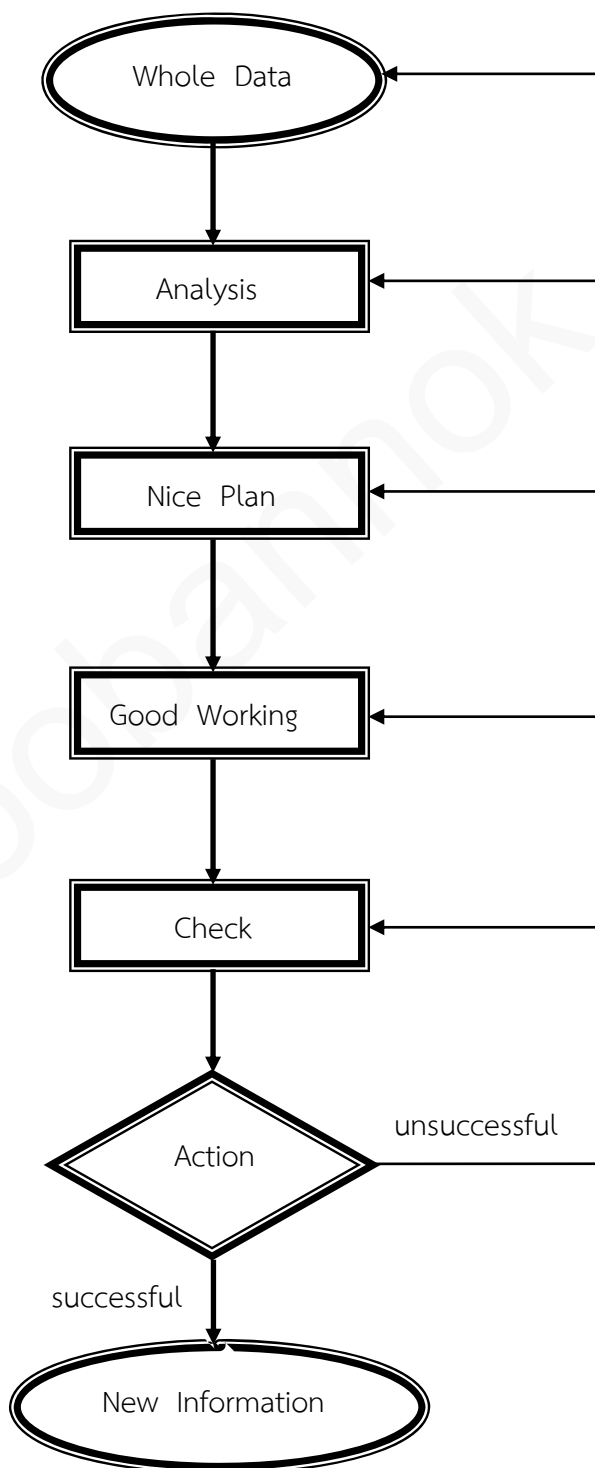
คิมบรูก และเบอร์เกตต์ (Kimbrough & Burkette, 1990, pp. 156-157 อ้างอิงใน โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 24) กล่าวถึงบรรยากาศการเรียนรู้ว่า บรรยากาศการเรียนรู้ที่มีระเบียบวินัยจะช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง พฤติกรรมของผู้เรียน บรรยากาศของโรงเรียนต้องนำไปสู่ความรู้สึกเชื่อมั่นที่จะนำไปสู่เป้าหมาย ทุกคนมีความหวังในตัวเองและผู้อื่นสูง มีความจงรักภักดีต่อโรงเรียน มีการทำงานร่วมกัน มีความพึงพอใจในการทำงาน เห็นคุณค่าและแสดงออกในค่านิยมประชาธิปไตย

ฮอย และฮอย (Hoy & Hoy, 2003, pp.190-192 อ้างอิงใน โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 24 – 25) ได้ให้แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ว่า จุดมุ่งหมายของการจัดการชั้นเรียนนั้นเพื่อให้ห้องเรียนมีบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี อย่างน้อยห้องเรียนควรมีการจัดการ 3 ประการ คือ ประการแรกผู้เรียนต้องใช้เวลามากพอในการเรียนรู้ในแต่ละวัน การจัดชั้นเรียนที่ดีจะต้องให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนทางวิชาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ประการที่สองการเข้าถึงการเรียนรู้ กิจกรรมในห้องเรียนต้องมีการมีส่วนร่วม ครูต้องเข้าใจกฎการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนเป็นกลุ่ม ประการที่สามการรู้จักจัดการตัวเอง ระบบการจัดการจะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในห้องเรียนให้เกิดประโยชน์ ครูจะต้องสอนผู้เรียนให้รู้จักรับผิดชอบ รู้จักตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการปลูกฝังวิธีการจัดการตัวเองจนกระทั่งถึงระดับมหาวิทยาลัย

WANGCHAN MODEL

รูปแบบการทำงานโดยใช้ WANGCHAN MODEL (โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2554, หน้า 61-64) เพื่อพัฒนาการบริหารหรือการทำงานสู่ความสำเร็จ ดังภาพที่ 1

“ WANGCHAN MODEL ”



ภาพที่ 1 รูปแบบ WANGCHAN MODEL

1. W หมายความว่า Whole Data

Whole Data คือ ทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีความสำคัญ ความจำเป็นในการบริหารจัดการ การดำเนินงานต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายของการปฏิบัติงานแต่ละภารกิจ ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ การจัดการ ในการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงานให้นำไปสู่ความสำเร็จให้จงได้

2. A หมายความว่า Analysis

Analysis คือ ร่วมกันแยกแยะ จุดดี จุดด้อย โอกาส อุปสรรค ขององค์กร อาจใช้เทคนิควิเคราะห์ SWOT หรือประชุมปฏิบัติการแบบ Focus Group หรือแบบวิเคราะห์เชิงระบบ ฯลฯ ในการที่ขับเคลื่อนทุกภาคส่วนในองค์กรไปสู่เป้าหมาย โดยการพิจารณาแต่ละองค์ประกอบนั้นจะต้องพิจารณาในแต่ละภารกิจ (Mission) หรือในแต่ละภาระงาน (Task) เพื่อจะค้นพบได้ว่า องค์กรต้องการสนับสนุนจากหน่วยงานใดหรือบุคคลใดเพิ่มเติมนอกเหนือจากปัจจัยที่โรงเรียนวัง จันทร์วิทยายังมีอยู่ นำมาทดแทนสิ่งที่ขาดแคลน เพื่อเปลี่ยนแปลงองค์กรไปสู่เป้าหมายทุกภารกิจให้ได้

3. N หมายความว่า Nice Plan

Nice Plan คือ การวางแผนปฏิบัติงานที่ดีเยี่ยม โดยอาศัยทฤษฎีการบริหารอย่างหลากหลาย เช่น หลักของ SBM (School Based Management) หลักของ MBO (Management By Objective , Vision And Mission, Just In Time, Strategic Planning, TQM) และผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม (Participation) จากผู้เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในแต่ละภารกิจล่วงหน้าถึงสิ่งที่ต้องปฏิบัติในอนาคต เพื่อสร้างสรรค์กระบวนการมีส่วนร่วมจากผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ได้แก่ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานภาคเอกชนที่ให้การสนับสนุน องค์กรศาสนา เพื่อให้การวางแผนเป็นหนทางไปสู่แนวทางปฏิบัติที่เป็นเลิศ

4. G หมายความว่า Good Working

Good Working คือ คุณลักษณะการทำงานที่ดี โดยอาศัยการทำงานเป็นทีม ที่มีคุณภาพ ผ่านการประสานงานในทีมงานอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอนในแต่ละภารกิจย่อยที่ได้รับมอบหมาย มีการตั้งคณะกรรมการที่มีความชำนาญ ความถนัดในแต่ละภารกิจให้ทุกคนในทีมงานมีเป้าหมายในภารกิจร่วมกัน เพื่อให้บุคลากรในองค์กรเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จ มีจิตสำนึกและรู้สึกภาคภูมิใจร่วมกันในที่สุด

5. C + H หมายความว่า Check

Check คือ การตรวจสอบ นิเทศ ติดตาม กำกับ และประเมินผลปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานที่เกิดขึ้น เพื่อแก้ไข ปรับปรุง พัฒนาระบบการทำงานให้ไปสู่เป้าหมาย โดยการตรวจสอบนั้นต้องวิเคราะห์ได้ว่าปัญหาในการดำเนินงานจะต้องเพิ่มปัจจัยเสริมในส่วนใด บางครั้งอาจพบว่าการปฏิบัติงานนั้นซ้ำซ้อนทำให้การดำเนินงานล่าช้าก็ต้องลดทอนขั้นตอนการทำงานลง โดยกระบวนการตรวจสอบนี้อาศัยหลักการมีส่วนร่วมของคณะกรรมการที่รับผิดชอบในแต่ละภารกิจได้ปรึกษาหารือร่วมกัน มีการตรวจสอบจากเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ มีเครื่องมือที่เชื่อถือได้ และมีเกณฑ์การตรวจสอบที่ชัดเจน

6. A หมายความว่า Action

Action คือ การปรับปรุง ปัจจัย กระบวนการการทำงาน โดยมีการทบทวนผลการปฏิบัติงาน วิเคราะห์จุดบกพร่องหรือสิ่งที่ต้องพัฒนาให้ผลการปฏิบัติงานในแต่ละภารกิจมีการพัฒนาที่ดีขึ้น

7. N หมายความว่า New information

New information คือ ข้อมูลที่มีการผ่านกระบวนการรวบรวมอย่างเป็นระเบียบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ ซึ่งส่งผลให้แต่ละภารกิจประสบความสำเร็จจนเกิดประโยชน์แก่หน่วยงานที่จะนำไปเป็นองค์ความรู้ในการปรับปรุง พัฒนา กระบวนการทำงาน ในครั้งต่อไป และเผยแพร่ข้อมูลไปสู่หน่วยงานอื่น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาองค์กร ก่อประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของส่วนรวมในที่สุด

จากความหมายของ “ WANGCHAN MODEL ” ที่กล่าวมาข้างต้น ถือว่าเป็นรูปแบบที่มีผลต่อการพัฒนาการบริหารงานในทุกๆ ด้าน รวมถึงการจัดกิจกรรมเรียนการสอนที่ครอบคลุม ซึ่งในการพัฒนาครั้งนี้ผู้รายงานมีความสนใจที่จะนำรูปแบบของวงจรรีโมเดลมาใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้เท่านั้น ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอน แต่ต้องการเพียงนำขั้นตอนการทำงานของรูปแบบวงจรรีโมเดลมาใช้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการพัฒนาตนเองตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

W (Whole Data) เป็นการเตรียมความพร้อมหรือเตรียมข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานให้นำไปสู่ความสำเร็จให้จงได้

A (Analysis) เป็นการวิเคราะห์หรือพิจารณาองค์ประกอบที่มีผลต่อการดำเนินงานที่นำไปสู่เป้าหมายทุกกิจกรรม

N (Nice Plan) เป็นการวางแผนการปฏิบัติงานที่ดีเยี่ยมโดยอาศัยทฤษฎีที่หลากหลายจากแหล่งที่มีหลักฐานอ้างอิง เพื่อร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรมเป็นหนทางไปสู่แนวทางปฏิบัติที่เป็นเลิศ

G (Good Working) เป็นการลงมือทำงานที่ดี มีระบบขั้นตอนและทำให้รู้สึกภาคภูมิใจในส่วนหนึ่งของความสำเร็จ มีจิตสำนึกและรู้สึกภาคภูมิใจร่วมกันในที่สุด

C + H (Check) เป็นการตรวจสอบ ติดตาม และประเมินผลปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปแก้ไข ปรับปรุง พัฒนากระบวนการทำงานให้นำไปสู่เป้าหมาย โดยการตรวจสอบนั้นต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหาในการดำเนินงานจะต้องอาศัยสิ่งใด และมีเกณฑ์การตรวจสอบที่ชัดเจน

A (Action) เป็นการปรับปรุง วิเคราะห์จุดบกพร่องเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป โดยมีการทบทวนผลการปฏิบัติงาน สิ่งที่ต้องพัฒนาให้ผลการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรมมีการพัฒนาที่ดีขึ้น

N (New information) เป็นองค์ความรู้ใหม่เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อไป และเพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ ซึ่งส่งผลให้แต่ละกิจกรรมประสบความสำเร็จจนเกิดประโยชน์แก่ผู้อื่นที่จะนำไปใช้เป็นองค์ความรู้ในการปรับปรุง พัฒนา กระบวนการทำงาน ในครั้งต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์

ชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะหรือแบบฝึกทักษะกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งคู่กัน เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องฝึกทักษะทำให้เกิดความชำนาญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคิดแก้ไขปัญหาต่างๆ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะไว้ดังนี้

ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกหรือแบบฝึกหัด หรือแบบฝึกเสริมทักษะ เป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งสำหรับผู้เรียนฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและทักษะเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่หนังสือเรียนจะมีแบบฝึกหัดอยู่ท้ายบทเรียน ในบางวิชาแบบฝึกหัดจะมีลักษณะเป็นแบบฝึกปฏิบัติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 147)

อัสมาลิน เพิ่มผล (2542, หน้า 8) ได้สรุปว่า แบบฝึก หมายถึง งาน กิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ครูจัดให้นักเรียนได้ฝึกหัด กระทำเพื่อทบทวนฝึกฝนเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้ว จนสามารถปฏิบัติได้ด้วยความรู้ความชำนาญ และให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สุลีพร แจ่มถนอม (2542, หน้า 9) กล่าวว่า แบบฝึกเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจากเนื้อหา โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

เดือนใจ ศรีเนตร (2544, หน้า 5) กล่าวว่า แบบฝึก เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจากเนื้อหาจนปฏิบัติได้อย่างชำนาญ และให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

ณัฐจินท์ โอกระโทก และคณะ (2552, หน้า 9-10 อ้างอิงใน ชม ภูมิภาค, 2526) ได้แบ่งการฝึกทักษะออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นความรู้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องพยายามศึกษาให้เข้าใจว่าจะปฏิบัติอย่างไรบ้างจึงจะเกิดทักษะที่ต้องการ

2. ขั้นปฏิบัติให้ถูกต้อง เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ในอันที่จะทำให้เกิดทักษะนั้นๆจนกระทั่งไม่มีความผิดพลาด

3. ขั้นเพิ่มพูนความชำนาญถึงขั้นอัตโนมัติ เป็นขั้นที่ทำได้รวดเร็ว แม่นยำและถูกต้อง และได้สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับภาวะเบื้องต้นที่มีผลต่อการฝึกทักษะซึ่งได้แก่

- 3.1 การเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องของสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Continuity) การจัดสิ่งเร้าหรือสิ่งที่ต้องการฝึกไว้อย่างต่อเนื่อง สัมพันธ์กันโดยเริ่มจากสิ่งที่ย่างไปหาสิ่งที่ยาก

- 3.2 การปฏิบัติ (Pratice) การลงมือปฏิบัติเป็นการประสานงานย่อยต่างๆเข้าด้วยกัน การปฏิบัติหลังจากการเรียนรู้แล้วจะช่วยป้องกันการลืม และถ้าหากปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะได้

- 3.3 การเรียนรู้ผลการปฏิบัติ (Feedback) การรู้ผลการปฏิบัติในเวลาอันรวดเร็วจะเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ในการเรียนและหากเกิดความบกพร่องหรือผิดพลาดก็จะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องยึดเป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

สรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะเป็นสื่อชนิดหนึ่งที่ครูสร้างขึ้นจากบทเรียนโดยใช้เนื้อหาที่ได้สอนไปแล้วมาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ สร้างความเข้าใจ เสริมทักษะให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ เกิดทักษะบางอย่างและเป็นการทบทวนเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้ว ให้สามารถจดจำเนื้อหาได้อย่างแม่นยำมากขึ้น การฝึกทักษะตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้แต่ละชุดฝึกนั้น เพื่อเน้นย้ำให้ผู้เรียนเกิดความแม่นยำ คล่องแคล่วในแต่ละทักษะ มีประสิทธิภาพทางความคิดและเหตุผลและเป็นเครื่องมือในการประเมินผู้เรียนด้วย ซึ่งผู้รายงานพอที่จะสรุปได้เป็นรายข้อดังนี้

1. การฝึกทักษะจะต้องฝึกเป็นรายบุคคล โดยให้ผู้เรียนฝึกและปฏิบัติตามชุดฝึกทักษะด้วยตนเอง
2. ก่อนฝึกต้องให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการของการคิดคำนวณหาคำตอบอย่างถ่องแท้ก่อน
3. เนื้อหาในการฝึกทักษะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียน และไม่ยากเกินไปเพื่อให้ผู้เรียนคิดคำตอบได้ด้วยตนเอง
4. ชุดฝึกทักษะจะเริ่มจากสิ่งที่ย่อยมีลักษณะเป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่ยากขึ้นและจัดลำดับเนื้อหา ที่ฝึกให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเวลาที่ใช้เหมาะสมกับการฝึกแต่ละครั้ง
5. ในการฝึกแต่ละครั้งนั้นผู้เรียนจะต้องฝึกจากชุดฝึกทักษะย่อยด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคลแต่ละคนจะต้องใช้เวลาไม่นานเกิน 20 นาที
6. การฝึกทักษะแต่ละครั้งจะพยายามใช้ภาพหรือรูปแบบอื่นที่แตกต่างกันเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ในแต่ละแบบฝึกย่อยของชุดฝึกทักษะจะมีเฉลย เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนและความพยายามที่จะเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะคิดคำนวณ

หลักการสร้างชุดฝึกทักษะ

หลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกทักษะ

ในการสร้างแบบฝึกนั้น ควรคำนึงถึงขั้นตอนและหลักการในการสร้าง ซึ่งซีลส์และกลาสโกว (Seels and Glasgow 1990, p. 4 อ้างอิงใน ศิริลักษณ์ ทองบุ, 2539, หน้า 21) ได้เสนอแนะว่า ในการจัดสถานการณ์ทางการสอน ในแบบฝึกสามารถกำหนดขอบเขตเนื้อหาหลักสูตรจากหน่วยการเรียนรู้ระดับเล็กสู่ระดับใหญ่ และในการออกแบบการสอนควรคำนึงถึงส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้คือ

1. เนื้อหาที่คัดเลือกต้องอิงจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา
2. กลวิธีที่ใช้ในการสอนต้องอิงทฤษฎีและผลงานทางการวิจัยที่ได้มีผู้ทำไว้
3. การวัดผลต้องอิงพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้
4. รู้จักนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อให้แบบฝึกมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และคุ้มค่า

ริชาร์ดส และรอตเจอร์ส (Richards and Rodgers, 1991, p. 20 อ้างอิงใน ศิริลักษณ์ ทองบุ, 2539, หน้า 21) ได้ให้ความเห็นว่า ในการสร้างแบบฝึกการสอนนั้นถือเป็นระดับของการวิเคราะห์รูปแบบทางการสอน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. วัตถุประสงค์ของการสอน
2. ทำอย่างไรจึงจะเลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้สอน และการจัดเตรียมรูปแบบการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตร

3. ลักษณะของภาระงานและกิจกรรมการสอนสอดคล้องกับรูปแบบการสอนหรือไม่
4. คำนึงถึงบทบาทของผู้เรียน
5. บทบาทของครู
6. บทบาทของสื่อการสอน

ในการสร้างแบบฝึกการสอนแบบต่างๆ ไปนั้น ซีลส์และกลาสโกว (Seels and Glasgow) ได้ยกตัวอย่างให้เห็นว่าประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่ว ๆ ไปทั้งเกี่ยวกับตัวผู้เรียนและลักษณะเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องการเพื่อจะได้เลือกสื่อที่มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 2 สร้างหรือกำหนดรูปแบบการสอน

ขั้นที่ 3 ก่อนนำแบบฝึกออกไปใช้ควรมีการปรับปรุงแก้ไขหรืออาจรวมไปถึงการปรับปรุงขั้นตอนและวิธีสอน เพื่อให้ความเหมาะสม จากนั้นจึงทำการทดลองใช้แบบฝึก

ขั้นที่ 4 ประเมินผลเพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับรูปแบบของแบบฝึกหัดทางการสอนของซีลส์และกลาสโกว นั้น ประกอบด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้ คือ

1. วิเคราะห์ปัญหา กำหนดปัญหาการสอน โดยรวบรวมปัญหาจากการประเมินความต้องการของผู้เรียน

2. วิเคราะห์ภาระงาน โดยรวบรวมข้อมูลจากทักษะต่างๆ รวมไปถึงพฤติกรรมทางการเรียนและทัศนคติ จากนั้นจึงวิเคราะห์วิธีการสอนเพื่อกำหนดวิธีที่ต้องการ

3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและกำหนดเกณฑ์การทดสอบ เพื่อให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. กำหนดกลวิธีการสอนหรือส่วนประกอบของการสอน เช่น ชี้นำเสนอเนื้อหาหรือขั้นการฝึกปฏิบัติ

5. เลือกรูปแบบการสอนและสื่อที่จะนำมาสร้างเป็นแบบฝึก

6. วางแผนผลิตสื่อ พัฒนาสื่อ ตรวจสอบขั้นตอนในการพัฒนาสื่อ เพื่อให้สอดคล้องกับโครงการสอน

7. วางแผน และกำหนดกลวิธีที่จะใช้ในการประเมินผลขั้นปฏิบัติการ (Formative Evaluation) รวบรวมข้อมูลในขั้นการวัดการเรียนรู้รายจุดประสงค์ เพื่อนำไปพิจารณาปรับปรุงหรืออาจมีการทดสอบใหม่

8. วางแผนขั้นตอนในการใช้เครื่องมือ

9. ดำเนินการประเมินผลขั้นสรุป (Summative Evaluation)

10. นำแบบฝึกทักษะที่ผลิตออกเผยแพร่

ฉวีวรรณ กิรติกร (2545, หน้า 11 – 12) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ไว้ดังนี้

1. แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้น ควรสอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการและลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน เด็กที่เริ่มเรียนมีประสบการณ์น้อย จะต้องสร้างแบบฝึกที่น่าสนใจและจูงใจผู้เรียน ด้วยการเริ่มจากข้อที่ง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการฝึก

2. ให้แบบฝึกหัดที่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึก และเตรียมการไว้ล่วงหน้าอยู่เสมอ

3. แบบฝึกหัด ควรมุ่งส่งเสริมผู้เรียนแต่ละกลุ่มตามความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน

4. แบบฝึกหัดแต่ละชุด ควรมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ หรือมีตัวอย่าง แสดงวิธีทำจะช่วยให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

5. แบบฝึกหัด จะต้องถูกต้อง ครูจะต้องพิจารณาให้ดีย่อมมีข้อผิดพลาดได้

6. แบบฝึกหัด ควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวคิดที่กว้างไกล

ชูลีพร แจ่มถนอม (2542, หน้า 32) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึก ควรคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าฝึกเรื่องอะไร ด้านใด จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาไม่ยากเกินไป และมีรูปแบบหลายแบบที่น่าสนใจ จะเห็นได้ว่า การสร้างแบบฝึกนั้นควรคำนึงถึงเรื่องสำคัญ ดังนี้

1. ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. คำนึงถึงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม สั้น ๆ และชัดเจน
3. มีจุดมุ่งหมายในการสร้าง
4. มีการกำหนดเนื้อหาชัดเจน ไม่ยากจนเกินไป
5. รูปแบบน่าสนใจ

วรกิต วัดเข้าหลาม (2542, หน้า 26-27) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างชุดฝึกโดยสรุป คือ มีจุดประสงค์กำหนดไว้ในแต่ละตอน คำแนะนำในการทำกิจกรรมควรมีความชัดเจน คำถามต่างๆ ที่ปรากฏในชุดฝึกต้องมีคำตอบเฉพาะไว้ กระดาษที่ให้เด็กทำแบบฝึกต้องเหนียว และทนทานพอสมควร ต้องให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าของตนเองในการฝึก ต้องมีความถูกต้องอย่าให้มีข้อผิดพลาด ควรทำชุดฝึกหลายๆ แบบเพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้กว้างขวางและส่งเสริมให้เกิดความคิด ต้องครอบคลุมขอบเขตของทักษะทั้งหมดที่ประสงค์จะให้เกิดขึ้นและสามารถเลือกฝึกได้ตามความสนใจ มีจุดมุ่งหมายว่ามุ่งจะฝึกในด้านใด แล้วจัดเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการที่วางไว้ และการให้เด็กทำชุดฝึกแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลาและความสนใจเด็ก

นวลนภา บรรพตาทิ (2553, หน้า 6) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างชุดฝึก ดังนี้ การสร้างชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ควรมีจุดประสงค์กำหนดไว้ในแต่ละตอน มีคำแนะนำในการทำกิจกรรมที่ชัดเจน คำถามต่างๆ ที่ปรากฏในชุดฝึกมีคำตอบเฉพาะไว้ เนื้อหาแบบฝึกมีความถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด ครอบคลุมขอบเขตของทักษะทั้งหมดที่ประสงค์จะให้เกิดขึ้น สามารถเลือกฝึกได้ตามความสนใจและจัดเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการที่วางไว้ อีกทั้งยังกำหนดเวลาในการทำชุดฝึกให้เหมาะสมกับผู้เรียนและมีเฉลยชุดฝึกเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าของตนเองในการฝึก นอกจากนี้กระดาษที่ใช้ทำชุดฝึกควรมีความเหนียวและทนทานพอสมควร

กล่าวโดยสรุปได้ว่า หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะให้มีประสิทธิภาพ ครูจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ประกอบด้วย เนื้อหาที่ใช้สอน จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการฝึกทักษะ ความหลากหลายของชุดฝึกทักษะ และพัฒนาการของผู้เรียนรวมถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเมื่อได้รับการฝึกทักษะแล้ว

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532, หน้า 949) ได้กล่าวถึง ความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึก มีความจำเป็นหลายประการดังนี้ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึก เป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึกว่า อยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่มีการทดลองประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง
2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึก แบบฝึกจะทำหน้าที่สอน โดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกหัดไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นช่วยให้เรามีแบบฝึกที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึก ในการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญมากขึ้น

ศิริพงศ์ พยอมแย้ม (2533, หน้า 151) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ โดยสรุปได้ดังนี้

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จะเป็นการนำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง การทดลองในขั้นตอนนี้ควรกระทำกับผู้เรียนที่มีระดับการเรียนรู้ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาข้อมูลมาปรับปรุงชุดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบกลุ่ม (1:10) เป็นการนำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงจากการทดลองครั้งแรกมาทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 6-10 คน ที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงชุดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
3. แบบภาคสนาม (1:100) เป็นการนำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่สองแล้วไปทดลองในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 30 – 100 คน และหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ถ้าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะต้องดำเนินการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ และหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

จากการศึกษาการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ข้างต้น ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้รายงานได้นำมาปรับใช้ตามขั้นตอนการประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ของ ศิริพงศ์ พยอมแย้ม ดังนี้

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองกับผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียน และมีระดับการเรียนรู้ในเกณฑ์อ่อน ปานกลาง และเก่ง จำนวน 3 คน นำผลที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องให้ดีขึ้น

2. แบบกลุ่ม เป็นการนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ปรับปรุงจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว ไปทดลองกับผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียน จำนวน 9 คน แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพ จากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขแบบฝึกทักษะให้ดีขึ้นอีก

3. แบบภาคสนาม เป็นการนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่สองแล้วไปทดลองในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนจำนวน 45 คน และหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่หาแบบภาคสนามนี้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับได้

สุกิจ ศรีพรหม (2541, หน้า 71) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ โดยภาพรวมแล้ว การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก หมายถึง การนำชุดฝึกไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อนำมาปรับปรุง แล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตชุดฝึกออกมาตามจำนวนที่ต้องการ

การทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดฝึกที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดฝึกให้ได้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดฝึกที่ได้ไปทดลองใช้ และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละเนื้อหาไปใช้สอนจริงในชั้นเรียน หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง ซึ่งในการผลิตสื่อการเรียนการสอนเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อ นั้น เพื่อเป็นการประกันว่า จะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวัง

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 42 - 43) ได้กล่าวว่า เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตนวัตกรรมพึงพอใจว่า ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้วก็มีคุณภาพพอที่จะนำไปใช้ได้ และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมา การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) มีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior หรือ E_1) คือประเมินผลต่อเนื่อง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายบุคคล ซึ่งได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior หรือ E_2) คือประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

การกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้ 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจจะตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

พิสุทธา อาริราชกูร์ (2550, หน้า 153) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของสื่อ (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของสื่อในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามระดับที่คาดหวัง โดยการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

วิธีการหาประสิทธิภาพสื่อ จะใช้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหรือกิจกรรมระหว่างเรียนมาคำนวณร้อยละซึ่งจะเรียกว่า $Event_1$ หรือ E_1 มาเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในรูปของร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งจะเรียกว่า $Event_2$ หรือ E_2 โดยนำมาเปรียบเทียบกับกันในรูปแบบ E_1/E_2 อย่างไรก็ตามค่าร้อยละของ E_1/E_2 ที่คำนวณได้จะต้องนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

เกณฑ์มาตรฐานเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดและประเมินประสิทธิภาพของสื่อ เกณฑ์ที่ใช้วัดโดยทั่วไปจะกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 เช่น 80/80 โดยค่าที่กำหนดไว้มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก คือ เกณฑ์ของประสิทธิภาพของสื่อจากการทำแบบฝึกหัดหรือปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียนบทเรียน

80 ตัวหลัง คือ เกณฑ์ของประสิทธิภาพของสื่อจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไม่ควรกำหนดให้มีค่าสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป แต่ควรกำหนดให้สอดคล้องกับระดับผู้เรียนที่จะเป็นผู้ใช้สื่อ โดยมีแนวทางการกำหนดไว้กว้างๆ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545, หน้า 310)

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 , 85/85 , 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือ เจตคติ อาจตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 70/70 , 75/75

จากการศึกษาเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ใน การพัฒนาครั้งนี้ลักษณะของเนื้อหาเป็นความรู้ที่เน้นการฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ผู้รายงานจึงตั้งเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 โดยกำหนดเกณฑ์เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน ซึ่งคะแนนที่ได้มาจากการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ต่อ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดี

ในการสร้างชุดฝึกสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

กรรณิการ์ พวงเกษม (2540, หน้า 8-9) กล่าวว่า แบบฝึกที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่ดีและถูกต้อง ควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่งและวิธีทำ คำสั่งหรือตัวอย่างไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้เข้าใจยาก ควรปรับให้เหมาะสมกับผู้ใช้นี้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้
2. ควรมีความหมายต่อผู้เรียน และตรงจุดมุ่งหมายของการฝึก ลงทุนน้อยใช้ได้นาน และทันสมัยอยู่เสมอ
3. ภาษาและภาพที่ใช้ มีความเหมาะสมกับวัยและพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน
4. ควรแยกฝึกเป็นเรื่อง ไม่ควรยาวเกินไป ควรมีกิจกรรมหลายรูปแบบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และไม่เบื่อในการทำและเพื่อฝึกทักษะด้านหนึ่งจนเกิดความชำนาญ
5. ควรมี ทั้งกำหนดคำตอบให้และแบบให้ตอบ แบบเสรีการเลือกใช้คำข้อความหรือรูปภาพในการฝึก ควรเป็นสิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคยและตรงกับความสนใจ
6. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองให้รู้จักค้นคว้ารวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อย ๆ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องนั้นได้ดีใช้ได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์และมองสิ่งที่เขาได้รับการฝึกฝนนั้นมีความหมายต่อผู้ฝึกตลอดไป
7. มีผลตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ ฉะนั้นการทำแบบฝึกหัดควรจัดทำให้มากพอ และควรมีทุกระดับตั้งแต่ง่ายปานกลาง จนถึงค่อนข้างยาก เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึกหัด
8. ควรสร้างความสนใจตั้งแต่กิจกรรมแรกจนถึงกิจกรรมสุดท้าย
9. ควรได้รับการปรับปรุงควบคู่ไปกับหนังสือแบบเรียนอยู่เสมอ และควรใช้ได้ทั้งในห้องและนอกห้องเรียน
10. ควรเป็นแบบฝึกที่ครูสร้างให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดแล้ว สามารถประเมินและจำแนกความเจริญก้าวหน้าของเด็กได้ด้วย

ณัฐนันท์ โอกระโทก และคณะ (2552, หน้า 16-17 อ้างอิงใน วลี สุมิพันธ์, 2530, หน้า 189 – 190) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกหัดที่ดีว่าต้องมีลักษณะดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับระดับวัย และระดับความสามารถของเด็ก
2. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย คำชี้แจงหรือคำสั่ง ต้องกระชับรัดกุม
3. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
4. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ณัฐนันท์ โอกระโทก และคณะ (2552, หน้า 16-17 อ้างอิงใน ศศิธร สุทธิแพทย์, 2518, หน้า 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกหัดที่มีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่ายๆ
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเองได้

ณัฐจินันท์ โอกระโทก และคณะ (2552, หน้า 16-17 อ้างอิงใน วรณ แก้วแพรก, 2526, หน้า 87) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ดีต้องมีลักษณะที่ประกอบด้วย

1. เนื้อหาที่นำมาจัดต้องเป็นเนื้อหาที่มีอยู่ในแบบเรียน หรือสอดคล้องสัมพันธ์กับแบบเรียน ทั้งในส่วนที่เป็นคำ ประโยค ข้อความและเนื้อเรื่อง
2. มีหลายแบบหลายลักษณะ เพื่อให้ผู้เรียนเบื่อ ทั้งเป็นการท้าทายให้ผู้เรียนอยากทำด้วย
3. มีแบบฝึกหัดเสริมทักษะทุกเนื้อหาตามที่แบบเรียนและหลักสูตรกำหนดไว้ ทั้งมีจำนวนมากพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะได้ตามที่ต้องการ
4. เป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความเข้าใจหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนที่ผ่านมาแล้ว มาใช้ในการคิดแก้ปัญหา
5. เป็นแบบฝึกหัดที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีทักษะในการใช้ภาษาเพิ่มขึ้น เมื่อครูสร้างแบบฝึกแล้วต้องคำนึงถึงวิธีการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ด้วย ควรบันทึกไว้เพื่อทำเป็นคู่มือประกอบการใช้แบบฝึก แล้วนำไปทดลองสอนเพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในภายหลัง

ริเวอร์ (River 1968, pp. 97-105, อ้างอิงใน วิไลวรรณ พุกทอง, 2542, หน้า 32) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกผู้เรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อทดสอบ
2. แต่ละบทควรฝึกโดยใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่และสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคที่ฝึกควรเป็นประโยคสั้น
5. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นคำที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
6. เป็นแบบฝึกที่ผู้เรียนใช้ความคิดด้วย
7. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย
8. ควรฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนแล้วไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

วรสุตา บุญไวยโรจน์ (2537, หน้า 34) กล่าวว่า ลักษณะของชุดฝึกที่ดีต้องมีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียน มีคำสั่งที่ชัดเจน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง มีหลักเกณฑ์ที่ทำให้มองเห็นว่าสิ่งที่ได้ฝึกนั้นมีความสำคัญและมีความหมายต่อผู้เรียนตลอดไป และมีเนื้อหาที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงมีทั้งเนื้อหาที่ยาก ง่าย และปานกลางปะปนกันไป เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทำชุดฝึก

นวนลภา บรรพตาทิ (2553, หน้า 7) กล่าวไว้ว่าการสร้างชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ให้มีลักษณะที่ดีควรมีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียน มีคำสั่งที่ชัดเจนพร้อมทั้งควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง มีหลักเกณฑ์ที่ทำให้มองเห็นว่าสิ่งที่ได้ฝึกนั้นมีความสำคัญและมีความหมายต่อผู้เรียนตลอดไป และมีเนื้อหาที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงมีเนื้อหาที่ยาก ง่ายและปานกลางปะปนกันไป เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทำชุดฝึก

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีนั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว ควรเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีคำสั่งที่ชัดเจน กระชับรัดกุม ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย เหมาะกับวัยและความสามารถของผู้เรียน มีตัวอย่างให้ศึกษาก่อนลงมือทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กำหนดเวลาที่เหมาะสมกับจำนวนข้อที่ให้ทำ และรูปแบบในการจัดทำควรเป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน มีหลาย ๆ รูปแบบเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย อีกทั้งควรฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

คุณค่าและประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก ดังที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542, หน้า 16) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในกลุ่มทักษะเป็นอุปกรณ์การสอน ที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกหัดเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาให้ดีขึ้น แต่จะต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากครูผู้สอนด้วย
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น
4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากเด็กได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มเด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทาง เพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้เด็กทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที่

8. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้เด็กได้ฝึกฝนอย่างเต็มที่

9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านนักเรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียนทำให้มีเวลาและโอกาสได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ มากขึ้น

10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนย่อมลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ลงในกระดาษทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

สรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะ มีประโยชน์ในการที่จะช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถที่จะเพิ่มพูนทักษะการเรียนการสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้เกิดความชำนาญในเนื้อหาวิชา ช่วยในการสอนซ่อมเสริมผู้เรียน ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และนอกจากนี้ชุดฝึกทักษะยังใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลและประเมินผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายและประเภทของปัญหา

บรันคา (Branca, 1980, pp. 3-8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาก็เป็นอิสระจากปัญหาเฉพาะ กระบวนการและวิธีการ ตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) เมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ สิ่งสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาคือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่างๆ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่างๆ และกระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้เป็นจุดสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) ในลักษณะนี้จะพิจารณาในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องรู้ การพิจารณาถึงการแก้ปัญหว่าเป็นทักษะพื้นฐาน ซึ่งช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครูซึ่งประกอบด้วยการสอนทักษะ มโนคติ และการแก้ปัญหาในทุกครั้งของการสอน

ดอสเซย์และคนอื่นๆ (Dossey and Others, 2002, p. 72) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหา คือ กระบวนการหาคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่ยากและน่าเบื่อสำหรับบางคน และอาจเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยสำหรับบางคน กระบวนการแก้ปัญหาก็ต้องใช้การสร้างความรู้ใหม่ๆ จากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่เผชิญ กระบวนการนี้อาจยุ่งยากซับซ้อนเมื่อมีการนำไปสู่การเชื่อมโยง โดยที่ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้

ประเภทของปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

ได้มีนักวิชาการแบ่งประเภทของปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ไว้ต่างๆ กันดังนี้

สมจิตร์ กำเหนิดผล (2546, หน้า 8-9 อ้างอิงใน พิสมัย ศรีอำไพ, 2534, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 4 ชนิด คือ

1. ปัญหาขั้นเดียว (one – step problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่ทุกคนคุ้นเคยอยู่แล้ว การแก้ปัญหานี้มักใช้การบวก ลบ คูณ และหารธรรมดา

2. ปัญหาหลายขั้น (multiple – step problems) เป็นโจทย์ปัญหาซึ่งสามารถแก้ได้โดยใช้การกระทำเบื้องต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป หรือจะใช้การกระทำชนิดเดิมแต่ซ้ำกันหลายครั้งก็ได้

3. ปัญหากระบวนการ (process problems) เป็นโจทย์ปัญหาต้องใช้ความคิดที่เป็นเหตุช่วยในการแก้ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์หลายๆ แบบ เช่น มองหารูปแบบ วาดรูป สร้างสมการ และอื่นๆ โดยทั่วไปปัญหาเหล่านี้จะไม่สามารถแก้ได้ด้วยวิธีการบวก ลบ คูณและหารธรรมดา

4. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ (applied problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้

ผู้เรียนเก็บข้อมูล และตัดสินใจเอง การที่จะหาผลเฉลยของปัญหาอาจจะใช้กลยุทธ์หลายอย่าง ปัญหาเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นสถานการณ์จริงและอาจจะไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

สมจิตร กำเหนิดผล (2546, หน้า 9 อ้างอิงใน วรณีย์ โสมประยูร, 2524, หน้า 53)

แบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ควรเป็นโจทย์ปัญหาที่อยู่ในความสนใจของเด็ก เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และสิ่งแวดล้อมรอบตัวเด็ก โรงเรียน บ้าน ชุมชน โดยให้สัมพันธ์กับเหตุการณ์จริง

2. โจทย์ปัญหาสมมติเพื่อเสริมทักษะ ผูกเขว และสมองเด็ก โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันยังไม่เป็นการเพียงพอ ควรยกปัญหาอื่นๆ ที่จะเป็นการเสริมทักษะฝึกสมองของเด็ก และสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหา อาจสมมติเป็นเรื่องราวที่ไม่เป็นความจริงหรือไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความเป็นจริง บางทีเรื่องเหล่านี้เด็กอาจรู้สึกสนุก ชอบทำมากกว่า โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

สมจิตร กำเหนิดผล (2546, หน้า 9 อ้างอิงใน Charles and Lester, 1982, pp.6-10)
จำแนกประเภทปัญหาตามเป้าหมายของการฝึกการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (simple problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจโน้มน้าวทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วรูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา เน้นการพัฒนาวิธีต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การรวบรวม การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบ ประมวลผล และแปลผล เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้นๆ ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้แก้ปัญหาได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนคติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์
6. ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งให้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม

ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้ดี

โพลยา (สมจิตร กำเนิดผล, 2546, หน้า 10 อ้างอิงใน Polya, 1957) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นคว้า (problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือในเชิงปฏิบัติได้ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผลก็ได้ ปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนคือ

1.1 สิ่งที่ต้องการหา

1.2 สิ่งที่กำหนดให้

1.3 เงื่อนไข เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (problem to prove) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า ให้พิสูจน์ส่วนปัญหา “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” ถ้าส่วนใหญ่อยู่ในรูป ถ้า p แล้ว q ให้พิสูจน์ 2 ส่วน คือ

2.1 สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐาน

2.2 สิ่งที่ต้องพิสูจน์ หรือผลสรุป

สรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น นักวิชาการได้มีการแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ซึ่งในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงาน ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 แบบ คือ

1. ปัญหาโจทย์ขั้นตอนเดียว (one – step problems) หมายถึง ปัญหาโจทย์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหโดยวิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์เพียงขั้นตอนเดียวจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

2. ปัญหาโจทย์หลายขั้นตอน (multiple – step problems) หมายถึง ปัญหาโจทย์ที่ต้องแก้โดยใช้การคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งขั้นตอน

3. ปัญหาโจทย์กระบวนการ (process problems) หมายถึง ปัญหาโจทย์ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที ต้องใช้ความคิดที่เป็นเหตุผลช่วยในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการหลายๆ แบบ เช่น มองหารูปแบบ วาดรูป สร้างสมการ เป็นต้น

4. ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการประยุกต์ (applied problems) หมายถึง ปัญหาโจทย์ที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบ เช่น การเก็บข้อมูล การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบ ประมวลผล แปลผล และตัดสินใจ การหาคำตอบของปัญหาอาจจะใช้วิธีการหลายอย่าง ปัญหาเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นสถานการณ์จริงและอาจจะไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นับเป็นปัญหาการเรียนการสอนที่สำคัญประการหนึ่ง เพราะโจทย์ปัญหาเป็นหัวข้อการสอนที่ยากหัวข้อหนึ่งและผู้เรียนเข้าใจยาก ซึ่งสาเหตุที่ได้กส่วนใหญ่นำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้เพราะผู้เรียนคิดไม่เป็นและไม่ทราบจะเริ่มต้นคิดแก้ไขปัญหายังไร อ่านโจทย์แล้วไม่เข้าใจว่าจะดำเนินการในทิศทางใด ไม่สามารถเปลี่ยนโจทย์ข้อความมาเป็นประโยคสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ ไม่สามารถคิดคำนวณตามที่โจทย์ต้องการได้ ไม่สามารถเขียนรูปแบบออกมาได้ อีกทั้ง ครูส่วนใหญ่จะไม่สอนให้ผู้เรียนรู้จักคิดแต่กลับให้จดจำข้อเท็จจริงและฝึกให้ท่องจำ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาคิดได้ (สุคนธา ธรรมพทุธ, 2552, หน้า 2)

กรมวิชาการ (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542, หน้า 135-136 ; อ้างจากกรมวิชาการ, กองวิจัยทางการศึกษา, 2531) กล่าวว่า ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น เมื่อเขียนโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนทำหนึ่งข้ออย่างอิสระ โดยที่ผู้เรียนต้องทำด้วยตนเอง กระบวนการคิดของผู้เรียนต้องเป็นไปดังนี้

1. โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ตาของผู้เรียนจะจับอักขระและตัวเลข แสงจะไปกระทบกับอักขระและตัวเลขและสะท้อนเข้าสู่ตา ตาจะรับแสงซึ่งเป็นคลื่นโดยมีรีเซปเตอร์ (Recepter) อยู่ในเรตินา (Retina) เป็นฉากรับภาพ ซึ่งมีเซลล์ของตารับ (อักขระและตัวเลข) คลื่นเหล่านี้ไปรวมกันที่จุดๆ หนึ่ง เป็นประสาทตา (Optic Nerve) แล้วส่งไปยังสมอง

2. คลื่นดังกล่าวจะถูกส่งไปยังสมองในบริเวณทัศนาการ (Visual Area) อยู่ในซีรีบรัม (Cerebrum) กลับท่ายทอย ภาพอักขระและตัวเลขจะถูกจัดกระทำในสมองซีกซ้าย โดยจะถามหน่วยความจำของสมองว่าอักขระและตัวเลขเหล่านี้อ่านว่าอย่างไร หมายความว่าอย่างไร ถ้าจำไม่ได้ไม่เคยเรียนหรือไม่เคยเห็นหรือไม่เคยถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ ผู้เรียนจะตีความไม่ออกและคิดไม่ได้ในเวลาต่อมา

3. ถ้าจำได้ เรียกหน่วยความจำออกมาได้ ขึ้นต่อไปผู้เรียนจะวิเคราะห์แยกแยะประเด็นของโจทย์ออกได้หรือไม่ ตอนนี้เป็นภาระหน้าที่ของสมองซีกซ้าย แต่ก็อาจจะให้สมองซีกขวาส่งเคราะห์สลับกันไป จนได้รูปแบบของการแก้ปัญหาจะปรากฏในสมองซีกขวา แต่การเรียงลำดับการเสนอวิธีการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนจนได้คำตอบเป็นการกระทำของสมองซีกขวา

4. เมื่อได้รูปแบบของวิธีการแก้ปัญหา สมองซีกซ้ายจะส่งกล่ามเนื้อให้เขียนตอบ แต่ถ้าทำไม่ถูกหรือกำลังคิด อาจจะมีการทดเลข ผู้เรียนอาจจะเขียนลงในกระดาษ ภาวะตอนนี้จะใช้หน่วยความจำ หน่วยตรรก โดยความสัมพันธ์ของการทำงานของสมองซีกซ้ายและขวาสลับกันไป

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 125) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความสามารถในการตีความ ทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน จะต้องมองปัญหาให้ชัดเจนว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรคือสิ่งที่เราคิดหวังว่าจะพบ และเรามีข้อมูลอะไรอยู่แล้วบ้าง การเขียนภาพอาจจะทำให้เราเข้าใจปัญหานั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ยังไม่รู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีมาใช้ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ ผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมด้วย

กระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองด้านการจำ การรับรู้ การคิดแบบเอกลัทธิ การคิดแบบอเนกนัย และการประเมินค่า ความสามารถทั้ง 5 อย่างนี้จะปฏิบัติร่วมกันเป็นขั้นตอนดังนี้คือ (สมจิตร กำเหนิดผล, 2546, หน้า 12-13)

1. เมื่อบุคคลได้พบกับปัญหา ความสามารถทางสมองของการจำยอมทำการรู้จักสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางปัญหา และสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา (ปัญหาเป็นมิติด้านเนื้อหา)

2. ความสามารถทางสมองในส่วนของการรู้ ปฏิบัติการคิดเพื่อรับรู้ข่าวสารที่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา

3. ความสามารถทางสมองในส่วนของการประเมิน และการจำ ปฏิบัติการคิดร่วมกันเพื่อแยกประเภทข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ความสามารถทางสมองในส่วนของการคิดแบบเอกลัทธิก็ปฏิบัติการคิดติดต่อกันไปเพื่อสร้างแนวทางในการคิดแก้ปัญหาทางเดียว

5. ความสามารถทางสมองในส่วนของการประเมินค่า การจำและการรับรู้ ปฏิบัติการคิดร่วมกันเพื่อตัดสินใจ แนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลบางส่วนที่ไม่ถูกต้องจะถูกตัดทิ้งออกไปบ้าง เหลือไว้เฉพาะแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

6. ความสามารถทางสมองในส่วนของการคิดแบบเอกลัทธิ และแบบอเนกนัย จนปฏิบัติการสลับกันไปจนกว่าจะได้รับคำตอบในขั้นสุดท้ายออกมา (ผลที่ได้รับนี้เป็นมิติด้านผลผลิต)

ดิอี (สมจิตร กำเหนิดผล, 2546, หน้า 13 อ้างอิงมาจาก Dewey.n.d) ได้เสนอกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหา หรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นการตรวจผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่า ผลที่ได้รับนั้นยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของดิวนั้นพบว่าได้มีผู้ให้ความสนใจอย่างกว้างขวาง และนักการศึกษาบางคนก็นำขั้นตอนนี้ไปดัดแปลงเพื่อใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา แต่การดัดแปลงและการปรับปรุงนั้นยังมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม

สุคนธา ธรรมพทุธ (2552, หน้า 92-93 อ้างอิงใน กรมวิชาการ, 2544, หน้า 191-195) กล่าวว่า ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือพิสูจน์ข้อความใด

2. การวางแผนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกต หาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

4. ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวน (Number sense) หรือความรู้เชิงปริภูมิ (Spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (2555, หน้า 9 อ้างอิงใน Polya, 1957, pp. 5-19) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียน คิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหาซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนอาจเขียนรูป เขียนแผนภูมิ หรือเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียน ลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจาก การตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน ลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียน มองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาย่อยอื่นอีกหรือไม่ สำหรับผู้เรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา จะเห็นว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนและกระบวนการซึ่งมีความสัมพันธ์กันแต่ละขั้นตอนจะมีวิธีการที่หลากหลายที่จะใช้ให้ผู้เรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น นักวิชาการได้มีการแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ที่แตกต่างกัน แต่ยังมีเค้าโครงหรือส่วนประกอบที่คล้ายกัน ซึ่งในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานได้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

มาใช้ประกอบการแก้ปัญหาในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อเน้นทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยนำรูปแบบการบริหารงานของ WANGCHAN MODEL มาประกอบในขั้นตอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วย

มาตรฐานของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000, pp. 52 – 55) ได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหา (Problem Solving) ไว้ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 มุ่งให้ผู้เรียนสามารถ

1. สร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหามีส่วนช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากปัญหาที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้ดีขึ้น ซึ่งมีส่วนส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มาก การสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับต้นๆ จะเริ่มจากปัญหาจากสิ่งรอบๆ ตัวเราเป็นส่วนใหญ่ เช่น ผู้เรียนเกรด 2 เมื่อพวกเขาต้องการทราบว่าในเกรด 2/4 มีจำนวนผู้หญิงและจำนวนผู้ชายเพศใดมากกว่ากัน ผู้เรียนก็จะแก้ปัญหาเหล่านี้โดยการเก็บรวบรวมรายละเอียดต่างๆ จากการจดบันทึก ทำให้พวกเขาได้เรียนรู้การบวกจำนวนหลายจำนวน ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอาจสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องสัดส่วนได้จากส่วนผสมของน้ำผลไม้ และในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลายๆ เรื่อง อาจนำมาใช้เป็นปัญหาได้ทั้งเนื้อหาวิชาและรวมไปถึงการประยุกต์จากสิ่งรอบตัว

2. แก้ปัญหาได้ทั้งในวิชาคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ

นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ด้วยความรอบคอบตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ก็มักจะมาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่พบเห็นได้บ่อยครั้ง ประการแรกควรเริ่มจากการพยายามทำสิ่งที่ยากกว่าให้สำเร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยๆ ทำสิ่งที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อเป็นการฝึกการวิเคราะห์ ตลอดเวลาที่เรียนครูจะตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิด เพื่อส่งเสริมประสบการณ์โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจด้วยปัญหาที่ท้าทาย

การตั้งคำถามตามธรรมชาติของเด็ก เช่น “ฉันสงสัยว่านานไหมกว่าฉันจะนับจำนวนได้ถึงล้าน” หรือ “ในคืนนี้สามารถนำกระป๋องโซดามาเก็บไว้ได้มากเท่าไร” ครูผู้สอนและผู้ปกครองจะมีส่วนในการกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ซึ่งครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยอาจเริ่มต้นจากการจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ลองผิดลองถูก ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งความล้มเหลวและความสำเร็จ ให้ผู้เรียนได้รู้จักตั้งคำถาม การจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่ดีควรทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจเมื่อเจอปัญหา เต็มใจที่จะเผชิญหน้ากับปัญหาและสำรวจปัญหา ขอบตั้งคำถามและไม่ย่อท้อในปัญหาที่ท้าทาย

3. ประยุกต์และปรับปรุงยุทธวิธีที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหา

มีคำอธิบายเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหามากมาย หนึ่งในนั้นคือยุทธวิธีของโพลยา ได้แก่ ยุทธวิธีในการใช้แผนภาพ สร้างแบบรูป แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด การแทนค่าหรือกรณีทดลอง การดำเนินการแบบย้อนกลับ การคาดเดาและการตรวจสอบ สร้างปัญหาลักษณะเดียวกันและสร้างปัญหาให้มีลักษณะง่ายๆ โดยคำถามที่มักจะพบ คือ ยุทธวิธีเหล่านี้จะสอนอย่างไรถึงจะได้รับความสนใจจากผู้เรียนและสามารถนำไปบูรณาการกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้อย่างไร ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ท้ายสุดที่เด็กได้รับคือการแก้ปัญหา ยุทธวิธีต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับปัญหาที่มีความหลากหลาย ผู้เรียนจะรู้ยุทธวิธีก็ต่อเมื่อต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ครูควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักตั้งข้อสังเกต เช่น หลังจากที่ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนคำตอบและวิธีการหาคำตอบแล้ว ผู้สอนอาจจะมีการกล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ได้มาซึ่งคำตอบเช่นเดียวกับวิธีการของผู้เรียน และอาจจะถามต่อว่า ใครมีวิธีอื่นอีกไหม สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาและทักษะในการนำเสนอ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไม่ตายตัว จะมีการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นและเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้

4. ตรวจสอบและสะท้อนความคิดในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักแก้ปัญหาที่จะมีประสิทธิภาพได้จะต้องรู้จักตรวจสอบและปรับปรุงสิ่งที่ตนเองกระทำอยู่เสมอ แต่นักก็ต้องแน่ใจว่าเข้าใจปัญหาเป็นอย่างดี ปัญหาที่เป็นลายลักษณ์อักษรจะต้องอ่านอย่างละเอียดถี่ถ้วน ถ้าเป็นปัญหาจากปากเปล่าก็ต้องตั้งใจฟังคำถามจนเกิดความเข้าใจ ต้องมีการวางแผนอย่างสม่ำเสมอ และแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าเป็นระยะๆ นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องรู้ว่าพวกเขากำลังทำอะไร มีการตรวจสอบและประเมินเพื่อแก้ไขปรับปรุงยุทธวิธีของตนเองเมื่อพบกับปัญหาใหม่ๆ ครูมีบทบาทสำคัญที่จะพัฒนานิสัยละเอียดรอบคอบให้กับผู้เรียน ซึ่งการสร้างลักษณะนิสัยแบบนี้ควรเริ่มตั้งแต่เด็กๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการทำงาน เพื่อจะได้รู้จักปรับตัวเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ฉวีวรรณ เสวตมัลย์ (2544, หน้า 55 – 70) กล่าวว่า การส่งเสริมให้เกิดการสอนแบบแก้ปัญหา ความสนใจได้มุ่งไปสู่ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเนื่องจากผลการสอบทั้งระดับชาติและระดับท้องถิ่นแสดงถึงปัญหาของผู้เรียนในเรื่องนี้มากกว่าทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน เราต้องตั้งข้อสังเกตด้วยว่าผู้เรียนไม่มีใครจะตื่นเต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเหมือนกับครูเขา เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาวิธีที่จะกระตุ้นให้เกิดการสอนแบบแก้ปัญหา ครูจำเป็นต้องสร้างทักษะการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนตั้งแต่ในชั้นแรกจำเป็นต้องสร้างความสนใจในหัวข้อนี้ก่อน

ยุทธวิธีการแก้ปัญหามีอยู่มากมายหลายๆ แบบ ยุทธวิธีเหล่านี้อธิบายได้ดีถ้าใช้กับโจทย์ที่ไม่ธรรมดา ได้แก่

1. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา : การลองผิดลองถูก

ปัญหาบางข้อแก้ได้ดีที่สุดด้วยการลองผิดลองถูก โดยการคิดอย่างมีเหตุผลไปพร้อมกับกระบวนการ วิธีที่เหมาะสมวิธีหนึ่งที่จะสอนผู้เรียนด้วยวิธีนี้ก็คือการให้โจทย์ประวัติศาสตร์ที่มีชื่อเสียงสัก 1 ข้อ เช่น ปัญหาสะพาน เครือข่ายที่ข้ามได้ รูปสามเหลี่ยมวิเศษ เป็นต้น

2. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา : การใช้อุปกรณ์ ตัวอย่าง หรือการร่าง

บ่อยครั้งมากที่ปัญหาข้อหนึ่งสามารถแก้ได้ดีที่สุดหรืออย่างน้อยที่สุดทำให้เกิดความเข้าใจได้โดยการวาดหรือร่างรูป พับแผ่นกระดาษ ตัดเส้นเชือก หรือใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ทัวไปที่มีอยู่พร้อมแล้วบางอย่างให้เป็นประโยชน์ ยุทธวิธีของการใช้อุปกรณ์สามารถทำให้สถานการณ์เป็นจริงสำหรับผู้เรียน ช่วยกระตุ้นพวกเขาและสร้างความสนใจในปัญหา

3. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา : การค้นหารูปแบบ

การค้นหารูปแบบแล้วสร้างรูปทั่วไปเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมาก ครูจำเป็นต้องค้นหาปัญหาที่เหมาะสมที่จะสร้างความสนใจให้ผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีนี้ให้เป็นประโยชน์

4. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา : แสดงออกมา

ปัญหาบางข้อแก้ได้ดีที่สุดโดยการใช้ยุทธวิธีแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้นออกมาจริงๆ วิธีการเช่นนี้ทำให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างมีชีวิตชีวามากกว่าเป็นผู้นั่งดูเพียงอย่างเดียว และยังช่วยให้เขามองเห็นและเข้าใจความหมายของปัญหา ปัญหาปกติทั่วไปหลายข้อในพีชคณิตเบื้องต้นเกี่ยวข้องกับเวลา อัตรา และระยะทางซึ่งเหมาะสมกับการแสดงออกมาในชั้นเรียนได้อย่างวิเศษ ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้มองเห็นรายละเอียดของปัญหาได้ชัดเจนขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยในการสอนด้วย

5. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา : การทำรายการ ตาราง หรือแผนภูมิ

ยุทธวิธีแก้ปัญหานี้เป็นประโยชน์มาก่อนหน้านี้แล้ว อันที่จริงปัญหาหลายข้อเกี่ยวข้องกับการใช้รายการ ตาราง และแผนภูมิ ครูสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ประโยชน์จากยุทธวิธีนี้ได้บ่อยครั้งโดยการเลือกปัญหาที่เหมาะสมเพื่อยั่วให้เกิดจินตนาการและความสนใจขึ้น มีปัญหาทั่วไปมากมายที่ตอบสนองวัตถุประสงค์นี้

ศิริบุษ รัตนประสบ (2550, หน้า 38 – 41 อ้างอิงใน Polya, 1957, pp. 16-17) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น คือ

1. การทำความเข้าใจ โจทย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 อ่านหรือพิจารณาปัญหาและเล่ารายละเอียดของปัญหาทั้งหมดตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งในการให้ผู้เรียนฟังหรืออ่านโจทย์ปัญหานั้น ผู้เรียนแต่ละคนอาจมีความเข้าใจในโจทย์แตกต่างกันออกไป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาหรือปัญหาต่างๆ ควรให้ผู้เรียนเล่าความเข้าใจโดยใช้สำนวนภาษาของตนเอง และผู้เรียนคนอื่นๆ ร่วมแสดงความคิดเห็นว่าเรื่องราวที่เล่ามาถูกต้องหรือไม่ มีข้อเสนอแนะอย่างไรและควรเพิ่มเติมอะไรบ้าง หรือถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจคำใหม่บางคำ หรือข้อความบางตอนในโจทย์ก็ควรนำมาอธิบายเพิ่มเติม ต่อจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทุกคนฟังหรืออ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้งหนึ่ง

1.2 การพิจารณาลักษณะของคำตอบ ผู้เรียนควรมีการพิจารณาลักษณะของคำตอบหรือสิ่งที่ยังไม่รู้ว่าจะมีลักษณะอย่างไร เช่น คำตอบจะได้มาจากวิธีใดบ้าง เช่น อาจจะได้จากผลการวัด การคำนวณจากรูปทรงเรขาคณิต หรือคำตอบเป็นตัวเลขหรือข้อความ ซึ่งการพิจารณาลักษณะของคำตอบจะทำให้เข้าใจแนวทางแก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

1.3 หาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่แล้วในปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่เรียกว่าข้อมูลเหล่านี้ให้ “สิ่งที่โจทย์กำหนด” หรือ “สิ่งที่ทราบแล้ว” ผู้เรียนพิจารณา หรืออภิปรายร่วมกันว่า มีประโยชน์ต่อการหาคำตอบอย่างไร ข้อมูลไหนที่จำเป็น ข้อมูลไหนที่ไม่จำเป็น หรือมีข้อมูลไหนที่มีความจำเป็นต่อการหาคำตอบแต่โจทย์ไม่ได้กำหนดมาให้ จะหาข้อมูลนั้นมาได้อย่างไร ซึ่งในการช่วยให้ผู้เรียนคิดหรืออภิปราย ครูผู้สอนอาจจะตั้งคำถามนำ เช่น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ผู้เรียนอ่านโจทย์แล้วทราบอะไรบ้าง ผู้เรียนเคยแก้โจทย์ปัญหาลักษณะนี้หรือไม่ โจทย์ถามอะไร เป็นต้น

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่มีความสำคัญอีกขั้นหนึ่ง ที่ควรใช้เวลาและรายละเอียดก่อนในการสอนพอสมควร เพราะผู้เรียนบางคนอาจใช้วิธีแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกทำให้เสียเวลา โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาก็มีเล็กน้อย แต่ถ้าให้ผู้เรียนได้รู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายประการ การที่จะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและผู้แก้ปัญหาเป็นสำคัญ ในปัญหาบางอย่างอาจใช้ยุทธวิธีอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างตามความเหมาะสม ซึ่งมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

2.1 จำลองสถานการณ์หรือจำลองใช้รูปแบบการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาบางอย่างผู้เรียนอาจเลือกใช้วิธีการสร้างสถานการณ์จำลองเรื่องราวของปัญหาหรือโจทย์ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้เห็นรูปแบบของการแก้ปัญหาย่างคร่าวๆ และช่วยให้เข้าใจสถานการณ์ของปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2 การเขียนภาพหรือแผนภาพ ในหลายๆ สถานการณ์เราสามารถใช้แผนภาพหรือภาพแทนการใช้รูปจำลองได้ ขณะที่ผู้แก้ปัญหากำลังวาดแผนภาพนั้น เขามักสังเกตเห็นตัวแปรใหม่ๆ เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ซึ่งเขาไม่ได้คำนึงมาก่อน

2.3 การเดาและการตรวจสอบคำตอบ บางครั้งผู้เรียนใช้วิธีการเดาแล้วจึงตรวจสอบคำตอบในการแก้ปัญหา ซึ่งใช้ได้กับการลองผิดลองถูก แต่ต้องเป็นการเดาที่ใช้ความรู้ แต่วิธีนี้ไม่ค่อยเหมาะสม ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนหยุดคิดก่อนที่จะเดาและลงมือทำ

2.4 การจดยกรายการสิ่งที่ลองคิดไว้ การแก้โจทย์ปัญหา อาจจะสอนให้ผู้เรียนได้ทำรายการในสิ่งที่ลองคิดไว้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วขึ้น

2.5 จัดทำตารางหรือแผนภูมิ วิธีคล้ายกับการจัดทำรายการ แต่วิธีใช้คำอธิบายมาช่วยในการจัดระบบข้อมูลตามหัวข้อต่างๆ โดยเขียนข้อมูลแยกเป็นคอลัมน์ นอกจากจะแนะนำให้ผู้เรียนจัดข้อมูลให้เป็นระบบแล้ว ควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนรายละเอียดลงไปด้วย เพราะจะทำให้ผู้เรียนได้คิดว่าควรจะรวบรวมข้อมูลใดบ้าง รายละเอียดที่อธิบายเพิ่มเติมไว้นี้จะช่วยให้คนอื่นสามารถอ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้นและตัวเองก็เข้าใจได้เมื่อมาดูในภายหลัง

2.6 การเขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์

2.7 การค้นหารูปแบบ ในการค้นหารูปแบบผู้เรียนจะต้องจัดข้อมูลเป็นลำดับหรือตารางสำหรับผู้เรียนชั้นเล็กๆ สอนเรื่องรูปแบบโดยใช้อุปกรณ์การเรียนที่เป็นรูปทรงลักษณะต่างๆ มาให้ผู้เรียนดูว่ารูปแต่ละอันมีลักษณะอะไรที่แตกต่างจากอันที่อยู่ข้างหน้านั้น และเมื่อผู้เรียนเรียนรู้มากขึ้นก็ใช้การศึกษารูปแบบที่ซับซ้อนมากขึ้น การนำไปสัมพันธ์กับปัญหาที่คล้ายกันส่วนใหญ่โจทย์ปัญหามักจะยากเกินที่จะคิดคำตอบได้จากโจทย์โดยตรง จึงต้องใช้วิธีการที่ให้ผู้เรียนคิดถึงโจทย์ลักษณะนี้ที่ผู้เรียนเคยแก้ปัญหามาก่อน แล้วนำจุดที่เหมือนกันมาแก้ปัญหาก็แตกต่างกันได้ ทำให้ผู้เรียนพบว่าการหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหานั้นเป็นเรื่องง่าย

3. ปฏิบัติตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือทำตามแผนที่วางไว้ซึ่งอาจต้องรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลมากขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในบางกรณีอาจจะต้องใช้ข้อมูลที่ได้อีกในขั้นที่ 1 ด้วยวิธีการตามขั้นที่ 2

3.2 ตรวจสอบคำตอบ การตรวจสอบคำตอบเป็นช่วงที่สำคัญมากในขั้นนี้ สำหรับโจทย์ปัญหาที่มีการรวบรวมเพื่อรูปแบบ หากมีข้อมูลส่วนหนึ่งส่วนใดผิดพลาดไปตรวจดูอย่างคร่าวๆ ว่ามีข้อมูลใดที่น่าสงสัยให้ตรวจให้ครบถ้วนก่อน

4. การมอ้ยอนหลัง เป็นขั้นสุดท้ายที่คนมักมองข้าม จุดสนใจของการแก้ปัญหามักอยู่ที่การแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้องมีความสำคัญมากกว่าวิธีการทำที่ถูกต้อง จึงมีแนวโน้มว่าคนจะหยุดทำงานทันทีเมื่อได้รับผลลัพธ์ ครูไม่ควรปล่อยให้เป็นอย่างนี้ ครูควรใช้คำถามแนะผู้เรียนให้ทบทวนเพื่อตรวจสอบ เช่น วิธีการที่ผู้เรียนใช้สมเหตุสมผลหรือไม่ ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์อ้างอิงหรือไม่ สามารถพิสูจน์ว่าผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นจริงหรือไม่ สามารถใช้วิธีการอื่นในโจทย์ข้อเดิมได้หรือไม่ วิธีการที่ผู้เรียนใช้สามารถนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาข้ออื่นได้หรือไม่ ซึ่งการมอ้ยอนหลังมีข้อควรพิจารณาดังนี้

4.1 พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำถาม ในขั้นตอนที่ 1 เมื่อผู้เรียนเริ่มเห็นโจทย์ปัญหา เขาเริ่มคิดว่าคำตอบน่าจะเป็นอะไรจึงจะดูสมเหตุสมผล ถ้าคำตอบเป็นตัวเลขควรจะเป็นตัวเลขประเภทใดและมีขนาดเท่าใด

4.2 ตรวจสอบคำตอบจากโจทย์ ว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงไร

4.3 พิจารณามีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ โจทย์บางลักษณะสามารถหาคำตอบได้มากกว่า

1 คำตอบ ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ที่มีคำตอบที่ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์มากกว่า 1 คำตอบหรือโจทย์ไม่มีคำตอบเลย

รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (2555, หน้า 11 – 13) ได้เสนอยุทธวิธี/กลยุทธ์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ 10 ยุทธวิธี คือ

1. การค้นหาแบบรูป
2. การสร้างตาราง
3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ
4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
5. การคาดเดาและตรวจสอบ
6. การทำงานแบบย้อนกลับ
7. การเขียนสมการ
8. การเปลี่ยนมุมมอง
9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย
10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
11. การให้เหตุผลทางอ้อม
12. การใช้แบบจำลอง

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปัญหา “ เลขโดด 8 กับเครื่องหมาย + ”

ในการแข่งขันตอบปัญหารายการทีวี Kids Discovery

พิธีกร...ได้อธิบายให้ผู้แข่งขัน ซึ่งเป็นเด็ก ทราบถึง....

วิธีเขียน... “จำนวนที่มีแต่เลขโดด 8” กับ “เครื่องหมาย +”

ให้ผลบวกของจำนวนเหล่านั้นเป็น 1000

$$\text{เช่น.... } 8 + 8 + 8 + \dots\dots\dots + 8 + 8 = 1000$$

$$88 + 8 + 8 + \dots\dots\dots + 8 + 8 = 1000$$

$$888 + 88 + 8 + \dots\dots\dots + 8 + 8 = 1000$$

ในที่นี้ สัญลักษณ์ “.....” แทน การเขียนจำนวนที่ซ้ำกันซึ่งมีจำนวนจำกัดแล้วให้ผู้แข่งขัน หาวิธีเขียนที่แตกต่างกันให้มากที่สุด

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP

ความเป็นมาของโปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

เป็นเวลานานนับปีมาแล้วที่การวาดและการนีกภาพ เป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะเบื้องต้นที่สอนในวิชาเรขาคณิตคือ การใช้วงเวียน และสันตรงในเรื่องการสร้าง ส่วนในวิชาพีชคณิต มีการเขียนกราฟของฟังก์ชัน แต่การใช้กระดาษและดินสอสืบสร้างงานยังคงต้องใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าเมื่ออุปสรรคที่สำคัญ 2 ข้อ คือ ข้อที่หนึ่ง การสร้างแต่ละครั้งต้องใช้เวลา และเมื่อสร้างเสร็จแล้วรูปที่ได้ก็ไม่มีการเคลื่อนไหว จากอุปสรรคข้อแรก การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเช่น The Geometer's Sketchpad จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลาได้ด้วยการใช้คำสั่งต่างๆ เช่น แบ่งครึ่งมุม และสะท้อน ซึ่งจะแสดงผลให้อย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ การสร้างบนกระดาษ นอกจากนี้ The Geometer's Sketchpad ยังช่วยให้เราสามารถสร้างและสำรวจได้หลากหลายวิธี ตั้งแต่อย่างง่ายไปจนถึงซับซ้อนขึ้นในเวลาอันจำกัด อุปสรรคข้อที่สองของการสร้างรูปด้วยกระดาษและดินสอ คือรูปนั้นจะนิ่งอยู่กับที่ การสร้างที่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริงนั้น เป็นความจริงเชิงคณิตศาสตร์ แต่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริง (มุมที่กำหนดเท่ากัน) นมา นับว่าเป็นเรื่องที่ยากที่จะเนื่องจากเลือกสร้างชี้แยกแยะว่าอะไรที่เป็นจริงเพียงบางครั้งและอะไรเป็นจริงเสมอ โดยไม่ต้องกลับไปสร้างรูปใหม่หลายๆ รูป ในทำนองเดียวกันอาจจะยากที่จะสรุปเรื่องของวงศ์เส้นโค้ง (family of curves) ต่างๆ เช่น สมการ $y = mx + b$ โดยไม่ต้องเขียนกราฟของสมการเหล่านั้นหลายๆ เส้น (วิมล อยู่พิพัฒน์, 2551, หน้า 17)

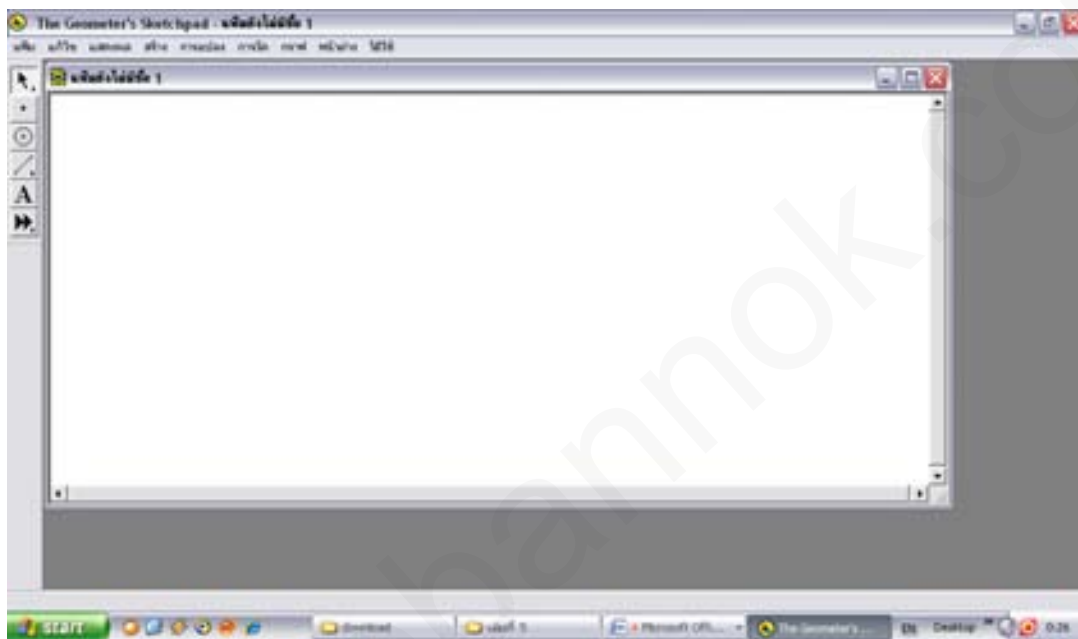
ความงตมที่เกิดจากการสร้างโดยใช้ The Geometer's Sketchpad คือสามารถทำให้เคลื่อนไหวได้ รูปที่สร้างสามารถลาก ปีบ ให้มีขนาดเล็กลง หรือยืด ขยายได้ อีกนัยหนึ่งคือ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ยังคงรักษาสมบัติทางคณิตศาสตร์ไว้เสมอ ขณะที่ทำให้รูปมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างจะยังคงมีอยู่ ส่วนสมบัติบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงได้จะเป็นสมบัติที่ไม่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างอย่างแท้จริง จะเห็นว่ารูปบน Sketchpad มีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้สามารถสำรวจผลที่เป็นไปได้หลายๆ กรณีตามเงื่อนไขของการสร้าง สิ่งเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการจำแนกระหว่างสมบัติที่เป็นจริงบางครั้ง และสมบัติที่เป็นจริงเสมอในทุกสถานการณ์ ที่กำหนดให้ โดยนัยเดียวกันการเคลื่อนไหวตัวพารามิเตอร์ m และ b ของสมการ $y = mx + b$ เป็นตัวอย่างที่ทำให้สามารถสำรวจวงศ์เส้นโค้ง (family of curves) ทั้งหมดด้วยการเขียนกราฟเพียงครั้งเดียว (วิมล อยู่พิพัฒน์, 2551, หน้า 17-18)

โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad)

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) (ประจวบ ศรีภิลลา, 2554, หน้า 13-18 อ้างอิงใน ไพจิตร สะดวกการ และคณะ) เป็นซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตเชิงพลวัต (Dynamic Geometry) ที่ใช้สร้างรูปเรขาคณิตที่เคลื่อนไหวได้ซึ่งนำไปสู่การค้นหาลักษณะต่างๆ ทางเรขาคณิต โดยผู้ใช้ซอฟต์แวร์นี้สร้างรูปแล้วสามารถสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา และสืบเสาะตรวจค้นเพื่อยืนยันเหตุผลของตนเอง ทำให้เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผล เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ตลอดจนทำให้เกิดความคงทนทางการเรียนรู้ GSP สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้หลากหลายเนื้อหาทางเรขาคณิต เช่น เส้นตรง และมุม การสร้าง ความเท่ากันทุก

ประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน ความคล้าย วงกลม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในเรื่องของตรีโกณมิติ เวกเตอร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ ฟิสิกส์การเขียนแบบ ฯลฯ

เมื่อเปิดโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) จะพบคำว่า The Geometer's Sketchpad อยู่กลางหน้าต่าง คลิกหนึ่งครั้งเพื่อลบกล่อง หน้าต่างของโปรแกรม GSP จะปรากฏดังรูปในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าต่างของโปรแกรม GSP

ที่มา : คู่มือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สสวท.

คำสั่งบนแถบเมนู

1. เมนู file เก็บคำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับแฟ้มข้อมูล เช่น
 - 1.1. คำสั่งเปิดแฟ้มข้อมูลใหม่
 - 1.2. เปิดแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้แล้ว
 - 1.3. การบันทึกแฟ้มข้อมูล
 - 1.4. การปิดหน้าต่างงานที่กำลังใช้อยู่
 - 1.5. การเพิ่มหน้าต่างเอกสารในแฟ้มข้อมูลหนึ่งๆ
 - 1.6. การพิมพ์
 - 1.7. การออกจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นต้น

ดังรูปในภาพที่ 3

เพิ่ม	แก้ไข	แสดงผล	สร้าง	การ
เพิ่มใหม่			Ctrl+N	
เปิด...			Ctrl+O	
บันทึก			Ctrl+S	
บันทึกเป็น...				
ปิด			Ctrl+W	
ทางเลือกเอกสาร...				
ตั้งค่าหน้ากระดาษ...				
ตัวอย่างก่อนพิมพ์...				
พิมพ์...				
จบการทำงาน			Ctrl+Q	

ภาพที่ 3 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู

ที่มา : คู่มือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สสวท.

2. เมนู Edit เก็บคำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับการแก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูล เช่น
 - 2.1 การยกเลิก
 - 2.2 การทำคำสั่งซ้ำ
 - 2.3 การทำสำเนา
 - 2.4 การสร้างปุ่มควบคุมการเคลื่อนไหว (Action Button) เป็นต้น
3. เมนู Display เก็บคำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับแสดงภาพ
 - 3.1 สี ลักษณะตัวอักษร
 - 3.2 ลักษณะของเส้น
 - 3.3 การซ่อน / ยกเลิกการซ่อนวัตถุ
 - 3.4 การสั่งให้วัตถุเคลื่อนไหว (Animate) เป็นต้น

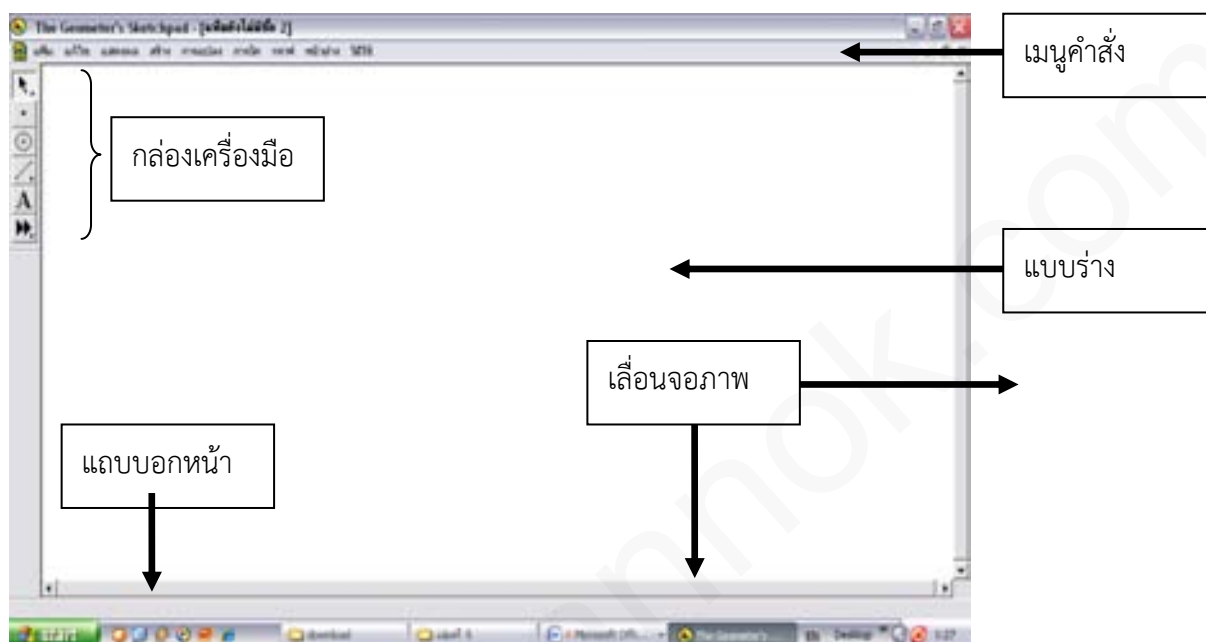
ดังรูปในภาพที่ 4

แสดงเมนู	สร้าง	การแปลง	การจัด	กราฟ	หน้าต่าง
เพิ่ม					
สี					
ข้อความ					
ซ่อน/ยกเลิกการซ่อน			Ctrl+H		
แสดง/ซ่อนวัตถุที่ซ่อนไว้ทั้งหมด					
แสดงป้าย			Ctrl+E		
กำหนดชื่อ...			Alt+F		
จัด			Ctrl+T		
ลบ			Ctrl+B		
เคลื่อนย้าย			Alt+V		
เพิ่ม/ลบการเคลื่อนย้าย			Alt+J		
ลบการเคลื่อนย้าย			Alt+K		
แสดง/ซ่อนรูปแบบอักษร			Shift+Ctrl+T		
แสดง/ซ่อนเส้นควบคุมการเคลื่อนย้าย					
ซ่อน/ยกเลิกการซ่อนวัตถุ					

ภาพที่ 4 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบแสดงผล

ที่มา : คู่มือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สสวท.

8. เมนู Help เก็บคำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับคำอธิบายที่จะแสดงให้เห็นความกระจำในเรื่องหนึ่ง ลักษณะของคำอธิบายจะปรากฏบนโปรแกรม บราวเซอร์ (Browser) ดังรูปในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 หน้าต่างของคำสั่งบนแถบเมนู Help

ที่มา : คู่มือโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สสวท.

เครื่องมือของโปรแกรม GSP

1. เครื่องมือที่สร้างขึ้นเอง เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดการเรียกใช้และการจัดการเกี่ยวกับเครื่องมือที่สร้างขึ้นเองเช่นเดียวกับเครื่องมือวาดวงกลม

2. เมนูแก้ไข (Edit Menu) เมนูแก้ไขมีคำสั่งเกี่ยวกับการทำย้อนกลับและทำซ้ำคำสั่งล่าสุดคำสั่งเกี่ยวกับการจัดคลิปบอร์ดสร้างปุ่มแสดงการทำงานเลือกวัตถุในแบบร่างคำสั่งเกี่ยวกับการปรับค่าส่วนประกอบและคุณสมบัติของแบบร่างและโปรแกรม GSP เอง

2.1 คำสั่งที่สำคัญและเป็นจุดเด่นในเมนูแก้ไข ได้แก่

2.1.1 ปุ่มแสดงการทำงาน (Action Buttons) เป็นปุ่มที่มีคำสั่งต่อไปนี้ซ่อนอยู่

2.1.2 ซ่อน / แสดง (Hide / Show) เป็นปุ่มคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการซ่อนหรือแสดงวัตถุที่เลือกไว้

2.1.3 การเคลื่อนไหว (Animation) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการให้ภาพที่กำหนดไว้เคลื่อนไหว

2.1.4 การเคลื่อนที่ (Movement) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการเคลื่อนย้ายจุดก่อนที่จะใช้คำสั่งต้องเลือกจุดอย่างน้อยสองจุดเสียก่อน จุดแรกที่ถูกเลือกจะย้ายไปจุดที่สอง จุดที่สองจะย้ายไปจุดที่สาม เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงจุดสุดท้าย

3. การนำเสนอ (Presentation) การใช้คำสั่งนี้ต้องกำหนดปุ่มที่จะแสดงการทำงานอย่างน้อยหนึ่งปุ่มแล้วทำการเลือกกว่าจะให้นำเสนองานตรงส่วนไหนก่อน – หลังตามลำดับหรือนำเสนอพร้อมๆ กัน

3.1 เลือกทั้งหมด (Select All) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการจะเลือกงานทั้งหมด

3.2 เลือกพ่อแม่ (Select Parents) คำสั่งนี้ใช้สำหรับเลือกวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดของวัตถุอื่น

3.3 เลือกตัวลูก (Select Children) คำสั่งนี้ใช้สำหรับเลือกวัตถุที่ถูกสร้างมาจากวัตถุต้นกำเนิด

3.4 แยก / รวม (Split / Merge) คำสั่งแยกเป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการแยกจุดออกจากจุดที่เป็นต้นกำเนิดคำสั่งรวมเป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการรวมจุดที่ต้องการกับจุดอื่นๆ เส้นโค้งหรือเส้นในแนวตรง

3.5 แก้ไขพนิยาม (Edit Definition) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งต่อไปนี้ เช่น ผลการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข ฟังก์ชัน ค่าพารามิเตอร์ การลงจุดบนระบบพิกัด

3.6 สมบัติ (Properties) ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนคุณสมบัติของวัตถุที่เลือก

3.7 ค่าพึงใจ (Preferences) เป็นการเปลี่ยนการตั้งค่าของเอกสารนี้หรือทั้งหมดของ Sketchpad และสามารถกำหนดค่าพึงใจขั้นสูงโดยกดแป้น Shift ค้างไว้ก่อนเพื่อกำหนดค่าพึงพอใจขั้นสูง

4. เมนูแสดงผล (Display Menu) เมนูแสดงผลมีคำสั่งเกี่ยวกับการควบคุมภาพที่ปรากฏของวัตถุในแบบร่างและเครื่องมือที่ใช้ด้วยคำสั่งเหล่านี้ สามารถทำให้แบบร่างมีความสวยงามมากยิ่งขึ้นและยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องด้วย

4.1 คำสั่งที่สำคัญและเป็นจุดเด่นในเมนูแสดงผล ได้แก่

4.1.1 ซ่อนวัตถุ (Hide Objects) เป็นการใช้เมื่อต้องการซ่อนวัตถุที่เลือกเพื่อไม่ให้มองเห็น แต่จริงๆ แล้ววัตถุนั้นยังอยู่

4.1.2 แสดงสิ่งที่ซ่อนไว้ทั้งหมด (Show All Hidden) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการ

4.1.3 แสดงวัตถุทั้งหมดที่ซ่อนไว้แสดง / ซ่อนป้าย (Show / Hide Labels) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับแสดงหรือซ่อนตัวป้ายของวัตถุที่เลือกไว้

4.1.4 ร่องรอย (Trace) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการให้เกิดร่องรอยของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4.1.5 ลบรอย (Erase Traces) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการลบรอยที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4.1.6 เคลื่อนไหว (Animate) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการใช้รูปเรขาคณิตที่สร้างขึ้นเคลื่อนไหวอัตโนมัติ เมื่อมีการเรียกใช้คำสั่งเคลื่อนไหวจะปรากฏคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4.1.7 หยุดการเคลื่อนไหว (Stop Animate) เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อต้องการให้วัตถุหยุดการเคลื่อนที่ ถ้าไม่เลือกวัตถุใดเลย วัตถุจะหยุดการเคลื่อนที่ทั้งหมด (กดปุ่ม Esc)

4.1.8 แสดง / ซ่อน แถบรูปแบบอักษร (Show / Hide Test Palette) เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการแสดงหรือซ่อนแถบรูปแบบอักษร ซึ่งใช้กำหนด ด้วยอักษร ขนาด รูปแบบ และสีของตัวอักษร

4.1.9 แสดง / ซ่อน คำสั่งที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Show / Hide Motion Controller) เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อแสดงหรือซ่อน คำสั่งควบคุมการ เคลื่อนที่ของวัตถุให้เริ่มเคลื่อนที่หรือหยุด และควบคุมความเร็วหรือทิศทาง

5. เมนูสร้าง (Construct Menu) เมนูนี้มีคำสั่งเกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตที่สำคัญๆ หลายประการ ซึ่งจะคล้ายกับกล่องเครื่องมือ แต่คำสั่งในเมนูสร้างจะใช้ง่ายและสะดวกรวดเร็วกว่า ในการสร้างจะต้องรู้ว่าจะสร้างอะไร และต้องเลือกสิ่งกำหนดเบื้องต้นต่างๆ ที่ต้องใช้ให้ครบเสียก่อน

5.1 จุดบนวัตถุ (Point On Object) เลือกวัตถุที่ไม่ใช่จุดอย่างน้อยหนึ่งวัตถุ

5.2 จุดกึ่งกลาง (Midpoint) เลือกส่วนของเส้นตรงอย่างน้อยหนึ่งเส้น

5.3 จุดตัด (Intersection) เลือกเส้นสองเส้น

5.4 เส้นขนาน (Parallel Line) เลือกจุดอย่างน้อยหนึ่งจุด และเส้นหนึ่งเส้น

5.5 เส้นแบ่งครึ่งมุม (Angle Bisector) ใช้เมื่อต้องการแบ่งครึ่งมุมโดยการกำหนดจุดสามจุด โดยที่จุดที่สองต้องเป็นจุดยอด ซึ่งจุดทั้งสามต้องไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน

5.6 วงกลมที่สร้างจากจุดศูนย์กลางและจุดอื่น (Circle By Center + Point) เป็นการสร้างวงกลม โดยการกำหนดจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดแรก กับจุดที่สองซึ่งจะเป็นจุดควบคุมรัศมี

5.7 วงกลมที่สร้างจากจุดศูนย์กลางและรัศมี (Circle By Center + Radius) เป็นการสร้างวงกลมจากจุดศูนย์กลางที่อยู่จุดเลือก ส่วนรัศมีจะถูกกำหนดโดยวัตถุที่เลือก

5.8 ส่วนโค้งบนวงกลม (Arc On Circle) เป็นการสร้างส่วนโค้งบนวงกลมหรือจุดศูนย์กลางที่กำหนด ซึ่งส่วนโค้งนั้นจะถูกสร้างขึ้นตามเข็มนาฬิกาจากจุดที่หนึ่งไปยังจุดที่สองบนเส้นรอบวง

5.9 ส่วนโค้งผ่านจุดสามจุด (Arc Through 3 Points) เป็นการสร้างส่วนโค้งด้วยจุดที่เลือกสามจุด โดยที่จุดทั้งสามนี้ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน

5.10 ภายใน (Interior) สร้างพื้นที่ภายในโดยคำนวณจากวัตถุที่เลือก

5.11 โลคัส (Locus) เป็นคำสั่งที่ใช้สร้างโลคัสของวัตถุที่เลือกเป็นจุดที่เลือกบนเส้นทางการเคลื่อนที่เส้นทาง

6. เมนูการแปลง (Transform Menu) เมนูการแปลงเป็นการกำหนดการเปลี่ยนแปลงกับวัตถุที่สร้างขึ้น เช่นการเลื่อนขนาน การหมุน การย่อ – ขยาย การพลิก และนอกจากนั้นยังสามารถทำซ้ำวัตถุที่ต้องการได้

6.1 ระบุเส้นสะท้อน (Mark Mirror) คือการเลือกวัตถุเส้นตรงเป็นเสมือนกระจกสำหรับการสะท้อน

6.2 ระบุมุม (Mark Angle) คือการระบุมุมที่เลือกเป็นมุมสำหรับการหมุน และการเลื่อนในระบบพิกัดเชิงขั้ว

6.3 ระบุอัตราส่วน (Mark Ratio) คือการระบุอัตราส่วนซึ่งเป็นอัตราส่วนสำหรับการหมุน

6.4 ระบุเวกเตอร์ (Mark Vector) คือการระบุเวกเตอร์ระหว่างจุดสองจุดที่เลือกเป็นทิศทางสำหรับการเลื่อนขนาน จุดเริ่มต้นคือจุดแรก que เลือกและจุดสิ้นสุดคือจุดที่สองที่เลือก
เลื่อนขนาน (Translate) คือการเลื่อนขนานวัตถุที่เลือกด้วยเวกเตอร์ในระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบพิกัดเชิงขั้ว และระบบพิกัดฉาก

6.5 หมุน (Rotate) คือการหมุนวัตถุที่เลือกตามจุดศูนย์กลางที่ระบุ

6.6 ย่อ – ขยาย (Dilate) คือการเปลี่ยนขนาดวัตถุที่เลือกไปตามจุดศูนย์กลางที่เลือกหรือออกจากจุดศูนย์กลางที่เลือก

6.7 สะท้อน (Reflect) คือการพลิกวัตถุที่เลือกข้ามเส้นสะท้อน (เส้นหนึ่งเส้นที่ระบุ)

6.8 ทำซ้ำ (Iterate) คือการสร้างการแปลงรูปต้นแบบหนึ่งหรือหลายขั้นตอน การทำซ้ำสามารถใช้สร้างรูปต้นแบบที่ซับซ้อนได้ เช่น เทสเซลเลชัน (Tessellation) แฟร็กทัล (Fractal)

7. เมนูการวัด (Measurement Menu) เมนูการวัดนี้ใช้วัดค่าต่างๆ ที่ต้องการ เช่น ความยาว ระยะทาง พื้นที่ ความยาวรอบรูป มุม นอกจากนั้นยังมีเครื่องคำนวณเพื่อช่วยในการสร้างการคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ หรือฟังก์ชันได้

8. กราฟ (Graph Menu) เมนูกราฟช่วยให้ท่านสร้างกราฟ และใช้ระบบพิกัดฉากสร้างพารามิเตอร์ และฟังก์ชัน เพื่อหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เพื่อลงจุดและฟังก์ชันบนแกนพิกัดฉากหรือแกนพิกัดเชิงขั้ว และเพื่อบันทึกค่าในรูปแบบตารางได้

ความสามารถของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

Key Curriculum Press (อำนาจ เชื้อบ่อคา, 2547, หน้า 14-16 ; อ้างถึง Key Curriculum Press, 2001, pp. 1-101) ได้กล่าวถึงความสามารถของ GSP

ด้านศิลปะ และการเคลื่อนไหว (Art / Animation) โปรแกรม GSP สามารถที่จะนำเครื่องมือมาสร้างรูปต่างๆ และสามารถใช้คำสั่งเพื่อที่จะทำให้รูปดังกล่าว เคลื่อนไหวได้ตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน

วิชาแคลคูลัส (Calculus) ในวิชาแคลคูลัส เราสามารถใช้โปรแกรม GSP คำนวณหาปริมาตรของกล่องที่เกิดจากการตัดมุมทั้งสี่ของกระดาษ ซึ่งเราจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรของกล่องดังกล่าวเมื่อมีการเคลื่อนไหว และนอกจากนี้ยังสามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวสร้างกราฟจากสมการต่างๆ ได้ หรือรูปสมการอื่นๆ ที่ต้องการได้

วงกลม (Circles) ในโปรแกรม GSP สามารถที่จะใช้เครื่องมือสร้างวงกลมที่ต้องการ และสามารถที่จะวัดหาความยาวของรัศมี เส้นรอบวง และคำนวณหาพื้นที่ได้

ภาคตัดกรวย (Conic Section) ในภาคตัดกรวยโปรแกรม GSP สามารถที่จะสร้างวงกลม (Circle) วงรี (Ellipse) พาราโบลา (Parabola) และไฮเพอร์โบลา (Hyperbola) โดยการเคลื่อนที่จะทำให้เห็นร่องรอย (Trace) ของกราฟ ซึ่งจะให้เห็นรูปต่างๆ ได้ตามต้องการ

การเขียนกราฟและการหาจุดโคออร์ดิเนตในเรขาคณิต (Graphing / Coordinate Geometry) ในการเขียนกราฟจากรูปสมการต่างๆ

เส้นตรงและมุม (Line and Angles) ในการสร้างเส้นตรงและมุมโดยใช้โปรแกรม GSP สามารถทำได้โดยง่าย ซึ่งเมื่อได้ทำการสร้างเส้นตรงและมุมเสร็จแล้วสามารถที่จะวัดขนาดส่วนของเส้นตรงและมุมดังกล่าวได้ ด้วยความสามารถและสมบัติดังกล่าวทำให้สรุปเนื้อหาและทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องเส้นตรงและมุมได้

รูปสามเหลี่ยม (Triangles) เมื่อสร้างรูปสามเหลี่ยมโดยใช้โปรแกรม สามารถที่จะใช้คำสั่งในโปรแกรมเพื่อคำนวณหาความยาวของด้านแต่ละด้าน มุมแต่ละมุม และคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมย่อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อโยกจุดยอดของสามเหลี่ยมไปอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยที่ความสูงเท่าเดิมพื้นที่ของสามเหลี่ยมย่อมคงที่เสมอ นอกจากนั้นยังสามารถหาจุดออร์โทเซนเตอร์ (Orthocenter) ของสามเหลี่ยมได้อีกด้วย

ตรีโกณมิติ (Trigonometry) ในการหาฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้โปรแกรม GSP กระทำได้โดยสร้างวงกลมหนึ่งหน่วย (Unit Circle) เมื่อกำหนดมุม A ก็สามารหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม A ได้ตามต้องการ

โปรแกรม GSP กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, หน้า 2-4) กล่าวว่า The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมอเนกประสงค์ ขอบเขตของการใช้ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ ตัวอย่างที่สามารถทำได้โดยใช้ Sketchpad

1. การสำรวจและการสอนทฤษฎีบททางเรขาคณิต ในหนังสือเรขาคณิตมักเต็มไปด้วยทฤษฎีบท สัจพจน์ บทแทรก บทตั้ง (lemma) และบทนิยาม ซึ่งมีหลากหลายอย่างยากที่จะเข้าใจ หรือแม้จะเข้าใจก็ไม่ลึกซึ้ง วิธีที่จะทำให้เข้าใจทฤษฎีบทที่ยากๆ หรือวิธีการสอนเรื่องยากในชั้นเรียน คือการใช้ Sketchpad สร้างแบบจำลองต่างๆ
2. การนำเสนอในชั้นเรียน แบบร่างที่นำเสนอเป็นเอกสารของ Sketchpad ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับการนำเสนอไปยังกลุ่มบุคคลต่างๆ เช่น ผู้เรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือครู โดยปกติแบบร่างที่นำเสนอจะมีภาพกราฟิกที่สวยงาม เคลื่อนไหวได้ มีปุ่มแสดงการทำงานต่างๆ และมีเนื้อหาได้หลายหน้า ครูสามารถใช้ Sketchpad ให้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ได้ทุกวัน แต่ก็สามารถนำมาสาธิตในห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวพร้อมเครื่องฉาย LCD ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำงานที่สร้างในแบบร่างมาเสนอในชั้นเรียน หรือทำรายงานตลอดจนทำแฟ้มผลงานต่างๆ ได้
3. การศึกษารูปต่างๆ จากหนังสือเรียนเมื่อเราชำนาญในการใช้ Sketchpad แล้ว จะพบว่าในการสร้างรูปต่างๆ บนจอคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาน้อยกว่าการสร้างด้วยมือ นอกจากนั้นในการสร้างรูปด้วย Sketchpad ยังได้เปรียบตรงที่สามารถทำให้รูปนั้นเคลื่อนไหวได้ และสำรวจการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นควรพิจารณาใช้ในการสร้างและศึกษารูปในหนังสือเรียนและในการทำบ้าน
4. ใช้ Sketchpad ในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ Sketchpad เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งในรายวิชาต่างๆ ของคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนหรือครู เช่น ในพีชคณิตสามารถใช้สำรวจความชันและสมการของเส้นตรง สำรวจสมบัติพาราโบลา และหัวข้ออื่นๆ ที่สำคัญอีกหลายหัวข้อ ในวิชา algebra และ pre - calculus ทั้งผู้เรียนและครูสามารถสำรวจการเคลื่อนไหวของวงค์ของฟังก์ชันด้วยการใช้คำสั่งต่างๆ จากเมนูกราฟ ใช้กับวิชาตรีโกณมิติ ในวิชาแคลคูลัส ใช้สำรวจอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ด้วยการสร้างเส้นสัมผัสเส้นโค้ง และใช้คำสั่งอนุพันธ์หรือสำรวจปริพันธ์โดยการสร้างพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง นอกจากนี้ Sketchpad ยังสามารถใช้ประโยชน์ในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับวิทยาลัย เช่น วิชา non - Euclidean Geometry หรือหัวข้อต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูง
5. การสร้างแฟร็กทัล (Fractal) แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่สวยงามสะดุดตาซึ่งพบเห็นได้ในธรรมชาติ และเป็นรากฐานที่สำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิกหลายโปรแกรม แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่คล้ายกับตัวเอง มันจะดูเหมือนกันไม่ว่าจะขยายในมุมมองใดๆ การสร้างแฟร็กทัลเริ่มจากการสร้างรูปร่างๆ แล้วทำซ้ำรูปร่างเดิมแต่ให้มีขนาดเล็กลงๆ การใช้คำสั่งทำซ้ำของ Sketchpad ช่วยให้สามารถสร้างแฟร็กทัลนี้ หรือการสร้างแบบอื่นๆ ที่ใช้กระบวนการทำซ้ำได้

6. การวาดภาพที่ได้สัดส่วนเหมือนจริงและรูปศิลปะทางเรขาคณิตแบบต่างๆ

หากต้องการทำบัตรอวยพร หรือต้องการออกแบบพื้นหลังบน webpage ให้ได้ภาพที่สวยงามไม่ซ้ำแบบใคร สามารถใช้เครื่องมือในเมนูการแปลงของ Sketchpad ร่วมกับเครื่องมือจากเมนูแสดงผล และจากที่อื่นๆ ก็จะช่วยให้เราสร้างภาพได้อย่างวิจิตรงดงาม ตื่นตาตื่นใจ

จากความสามารถของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความสามารถในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว สามารถนำมาใช้อธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่างๆ สามารถเลื่อน หมุน ยืด หด พลิกได้ และผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนิกภาพ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอน หลังจากทำการสอนจบหน่วยการเรียนรู้หรือเนื้อหาตามที่กำหนดไว้แล้วครูผู้สอนจะต้องทำการทดสอบเพื่อเป็นการประเมินผลผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเชิงพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ในการรายงานครั้งนี้ผู้รายงานจะประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียน โดยการพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้รายงานได้ศึกษา ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้รายงานได้ศึกษารายละเอียดตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

จันทร์วิชัย แหวนพระจันทร์ (2553, หน้า 39 อ้างอิงใน สิทธิชัย จันทร์คลาย, 2545, หน้า 54-55) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในทางการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในทางการเรียนคณิตศาสตร์

ปาริชาติ สุพรรณกลาง (2550, หน้า 34 อ้างอิงใน อารมณ เพชรชื่น, 2527, หน้า 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และมองในด้านความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ความจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกสอน ซึ่งนับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

จิตา สุขสถิตย์ (2552, หน้า 47-48 อ้างอิงใน สุรัชย์ ขวัญเมือง, 2532, หน้า 232) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับจากการสอน หรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับขั้นในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วในสถานศึกษาและการที่ครูจะทราบว่าเด็กได้มีความรู้หรือทักษะในวิชาต่างๆ เพิ่มขึ้นเพียงใด ก็จำเป็นที่จะต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดผลการศึกษาเข้ามาช่วยสำหรับเครื่องมือที่สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวกที่สุด ได้แก่ การทดสอบ ซึ่งเราอาจทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหรือทดสอบทางการปฏิบัติ

จิตา สุขสถิตย์ (2552, หน้า 48-51 อ้างอิงใน Wilson, 1971, pp. 643 – 696) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ผู้เรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัด

ความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานมาแล้วด้วย

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความหมาย ตีความและการขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้นตอนคือ

1.2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ

1.2.3 กฎ และการสรุปอ้างอิง

1.2.4 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

1.2.5 ความสามารถในการแปลส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง

1.2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้นตอน คือ

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.4 ความสามารถในการระลึกได้ซึ่งรูปแบบความสอดคล้องและลักษณะ

สมมาตรของปัญหา

2. ความเข้าใจ (Comprehension) ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยความเข้าใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนด ซึ่งให้เขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปทั่วไป (Knowledge of Rinciples , Rules and Generalizations) พฤติกรรมในชั้นนี้เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในชั้นนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากคำพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงขั้นตอน (Algorithms) ในการแก้ปัญหาหลังจากการแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวเหตุผล (Ability to Follow a Line to Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อเท็จจริงข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงจากข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นอื่นๆ โดยผู้เรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้เป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่คล้ายกับปัญหาที่ผู้เรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถเลือก กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้โดยไม่มียาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) ผู้เรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่อง ในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญห่อื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบแผนลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ ผู้เรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญและหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมี

ความสามารถดังกล่าวมาแล้ว จะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solvenonrountion Problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ผู้เรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) พฤติกรรมในชั้นนี้เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้ว สร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการเพียงแต่นำเอาความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้ในข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) พฤติกรรมในชั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันความทางคณิตศาสตร์อย่าง สมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) พฤติกรรมในชั้นนี้เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนสามารถ ตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.5 ความสามารถในการสร้างและทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) พฤติกรรมในชั้นนี้เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้ในกรณีทั่วไปได้ กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลของความสำเร็จหรือความรู้ในการพัฒนาทักษะทางการเรียน แสดงให้เห็นถึงความเจริญทางด้านวิชาการต่างๆ ของผู้เรียนที่มีการพัฒนาขึ้น ซึ่งในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือต่ำลงนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่างตามที่นักวิชาการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้

ปรมารณ อนุพันธ์ (2544, หน้า 62) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่ามีหลายองค์ประกอบคือ ด้านตัวผู้เรียน ได้แก่ สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียนด้านวัฒนธรรมและสังคมของผู้เรียน และด้านตัวครูผู้สอน

จิตา สุขสถิตย์ (2552, หน้า 51 อ้างอิงใน Prescott, 1961, pp. 14-16) ได้สรุปผลการศึกษา พบว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของผู้เรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของผู้เรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

จิตา สุขสถิตย์ (2552, หน้า 52 อ้างอิงใน Maddox, 1963, p. 9) ได้ทำการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 – 60 ขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10 -15

กล่าวโดยสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สำคัญคือ องค์ประกอบด้านตัวผู้เรียน เช่น ความพร้อมด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจและเจตคติต่อการเรียน องค์ประกอบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้เรียน เช่น ความเป็นอยู่ของครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง และสภาพเศรษฐกิจ รวมไปถึงองค์ประกอบด้านครูผู้สอน เช่น ความพร้อมของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการจัดทำหลักสูตร สภาพต่างๆ ที่มีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ปาริชาติ สุพรรณกลาง (2550, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ ทักษะและสมรรถภาพต่างๆ ในเรื่องที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 28 – 73) ได้กล่าวว่า มาตรฐานการเรียนรู้ตามช่วงชั้นและคุณภาพของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตลอดจนสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสถานศึกษา เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวทางดำเนินงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ครอบคลุมเจตคติทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้เพื่อสรุปผลงานที่ปฏิบัติตามสภาพจริงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

แบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นผู้สร้าง และใช้เพื่อวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นใช้กับผู้เรียนเฉพาะกลุ่มเพื่อประเมินความรู้ ข้อเท็จจริงที่ได้จากการเรียนรู้และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน การเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้ผลการประเมินเพื่อการให้คำระดับคะแนนผู้เรียนแต่ละคนด้วย แบบทดสอบกลุ่มนี้จำแนกได้เป็น 8 ประเภท ดังนี้
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 28-73)

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
2. แบบทดสอบแบบถูกผิด
3. แบบทดสอบแบบจับคู่
4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ
5. แบบทดสอบแบบเติมคำ
6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ
7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง
8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

การสร้างแบบทดสอบแบบนี้มีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง
2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสด้านความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ

5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย

การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ จะต้องบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบข้อนั้น และจะต้องสร้างแบบทดสอบตามข้อมูลที่กำหนดไว้

แบบทดสอบที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์แต่ละแบบมีลักษณะสำคัญ วิธีการสร้าง เกณฑ์การให้คะแนน ข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การประเมินตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ (1) ส่วนของคำถาม และ (2) ส่วนของคำตอบเรียกว่า ตัวเลือก ซึ่งมีส่วนตัวเลือกที่เป็นคำตอบผิด เรียกว่า ตัวลวง

การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. สร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 สั้น ชัดเจนและใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย

1.2 เขียนเป็นประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธก็ควรเน้นข้อความหรือขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้การตอบคำถามของข้อหนึ่งชี้แนะหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิดหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่เข้าใจยาก

2. สร้างตัวเลือก ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

2.1 ตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน มีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 ให้มีสัดส่วนตัวเลือกใกล้เคียงกัน คำตอบที่ถูกต้องของแบบทดสอบแต่ละฉบับต้องกระจายทั้งฉบับ

2.3 ใช้คำให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.4 หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจยาก

2.5 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก”

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของการเลือกคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. มีความเป็นปรนัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและได้ผลตรงกัน
2. ตรวจให้คะแนนได้สะดวกและใช้เวลาน้อย

3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้จากค่าความตรงของเนื้อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก
4. ปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามและตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไปได้
5. วัดได้ทุกสาระการเรียนรู้
6. ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบรูปแบบอื่น

ข้อจำกัด

1. สร้างคำถามที่ชัดเจนเป็นปรนัย ตรงประเด็น หรือมีประเด็นเดียวได้ยาก
2. สร้างคำถามที่วัดความคิดระดับสูงและทักษะกระบวนการได้ยาก ส่วนใหญ่วัดผลการเรียนรู้ได้ในระดับความรู้ความจำและความเข้าใจ และวัดได้เพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น

2. แบบทดสอบแบบถูกผิด

แบบทดสอบแบบถูกผิดเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ หลักการทฤษฎี การแปลความหมายหรือกำหนดตัวแปร โดยให้ผู้เรียนพิจารณาเลือกตอบเพียง คำตอบ ถูกและผิดเท่านั้น การสร้างแบบทดสอบแบบถูกผิดให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ข้อความที่ต้องการให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด ต้องมีแนวคิดเพียงเรื่องเดียว และต้องมีประเด็นสำคัญในการตอบอย่างชัดเจน
2. คำและศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย และไม่ทำให้เกิดความสับสนหรือเข้าใจผิด
3. คำถามจะต้องมีความเที่ยงตรงในการตัดสินคำตอบถูกหรือผิด
4. ไม่ควรใช้คำหรือข้อความที่เป็นการชี้นำคำตอบทั้งที่อยู่ในข้อเดียวกันหรืออยู่ในข้ออื่น
5. ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือใช้คำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบถูกผิด

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบถูกผิด โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน
แบบทดสอบแบบถูกผิดมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้ทดสอบความรู้ ข้อเท็จจริง หรือสาระสำคัญได้
2. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นปรนัย
3. ใช้กระตุ้นการอภิปราย การทบทวน หรือการทดสอบก่อนเรียน

ข้อจำกัด

1. ใช้วัดผลประเมินผลได้ไม่ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้าน
2. มีโอกาสเดาได้ง่าย เนื่องจากเป็นการตัดสินเฉพาะถูกหรือผิดเท่านั้น

3. แบบทดสอบแบบจับคู่

แบบทดสอบแบบจับคู่เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอคำหรือข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือ คำถามที่มีลักษณะเป็นคำหรือข้อความซึ่งเป็นโน้ตเขียนเรียงเป็นแนวตั้ง 1 แถว ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นคำหรือข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหาเขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีกแถว โดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

การสร้างแบบทดสอบแบบจับคู่ให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ควรเลือกข้อความในหัวข้อหรือเนื้อหาเดียวกันมาสร้างแบบทดสอบ
2. ข้อความมีความยาวใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปจะใช้ข้อความที่ยาวกว่าเป็นชุดของคำถาม

ส่วนข้อความที่สั้นกว่าจะเป็นชุดของคำตอบ

3. ต้องมีจำนวนข้อความที่เป็นคำตอบมากกว่าข้อความที่เป็นคำถาม
4. ข้อความที่เป็นคำถามและคำตอบจะต้องสั้น กระชับรัด มีความชัดเจน และเป็น

สาระสำคัญ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบจับคู่

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบจับคู่ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของการจับคู่เป็นสำคัญ เช่น จับคู่ถูกต้อง 1 คะแนน และจับคู่ผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบจับคู่มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. สร้างได้ง่ายและครอบคลุมทุกมโนทัศน์
2. ใช้ทดสอบความรู้และความจำได้ดี
3. ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและมีความเป็นปรนัย
4. มีโอกาสเดาได้ง่าย

ข้อจำกัด

1. ใช้วัดผลได้ไม่ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้าน

4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบเป็นแบบทดสอบที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาที่ต้องการวัดแบบทดสอบลักษณะนี้ประกอบด้วยสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อความแสดงปริมาณ 2 ข้อความที่อสรุปไม่ได้ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปของมากกว่า เท่ากัน น้อยกว่า หรือ

การสร้างแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. สถานการณ์ที่กำหนดให้ต้องมีความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ขึ้นคำตอบ
2. สถานการณ์ในแต่ละข้อต้องเป็นอิสระแก่กัน
3. ข้อความที่ใช้เปรียบเทียบควรเป็นประเด็นเดียวกัน
4. ข้อความต้องสั้น กระชับรัด มีความชัดเจน
5. ไม่ควรใช้ข้อความที่มีความหมายในเชิงปฏิเสธ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของการเปรียบเทียบเป็นสำคัญ เช่น เปรียบเทียบถูกได้ 1 คะแนน และเปรียบเทียบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. มีความเป็นปรนัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน
2. ตรวจให้คะแนนได้เร็ว

ข้อจำกัด

1. สร้างคำถามให้วัดความคิดระดับสูงและทักษะกระบวนการได้ยาก
2. ใช้วัดผลประเมินผลได้ไม่ครอบคลุมทุกพฤติกรรมที่คาดหวัง

5. แบบทดสอบแบบเติมคำ

แบบทดสอบแบบเติมคำใช้วัดผลได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะ

กระบวนการ เช่นเดียวกับแบบทดสอบแบบเลือกตอบ แต่ผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งแบบทดสอบเติมคำยังใช้ในการฝึกคิดเลขในใจได้อีกด้วยการสร้างแบบทดสอบแบบเติมคำให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ไม่ควรสร้างคำถามโดยคัดลอกสถานการณ์หรือคำถามที่มีอยู่ในบทเรียน
2. ช่องว่างที่เว้นไว้ให้เติมต้องเหมาะสมกับคำตอบ เป็นข้อความที่สั้นและชัดเจนที่ผู้ตอบ

เข้าใจได้ตรงกัน

3. ไม่ควรมีหลายคำตอบในข้อเดียวกัน
4. คำตอบควรอยู่ท้ายประโยค แต่ถ้าต้องการเติมคำตอบระหว่างข้อความที่เว้นเนื้อหา

สาระไว้ จะต้องเว้นช่องว่างให้พอดีกับคำตอบและมีความกว้างใกล้เคียงกันทุกข้อ

5. ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน

แบบทดสอบแบบเติมคำที่กำหนดให้เติมเฉพาะคำตอบเป็นตัวเลขมีหลายแบบ

ในที่นี้จะแสดงไว้ 3 แบบ คือ

1. แบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว
2. แบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ
3. แบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นส่วนสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน กรณีที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้ 4 แบบ ถ้าผู้เรียนตอบแบบหนึ่งแบบใดก็ได้ 1 คะแนนเท่ากัน แต่ถ้าตอบได้มากกว่า 1 แบบหรือตอบครบทั้ง 4 แบบ ก็ควรให้คะแนนเพิ่มเติมเพื่อเป็นรางวัลและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นส่วนสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบแบบเติมคำมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
2. มีโอกาสเดาได้ยาก จึงใช้ผลจากการทดสอบเพื่อจำแนกผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
3. ใช้วัดผลด้านความรู้และภาคปฏิบัติได้
4. ใช้วัดกระบวนการคิดได้อย่างเป็นระบบ
5. สร้างโจทย์ปัญหาได้ง่าย
6. สร้างเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานได้
7. ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องในการเรียน
2. ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันยาก ถ้ากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ไม่ชัดเจน

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบใช้ทดสอบโดยผู้สอบจะต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำหรือสรุปผลจากวิธีทำโดยแสดงเหตุผลประกอบ

การสร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบให้มีคุณภาพมีหลักการดังนี้

1. โจทย์หรือคำถามต้องมีความชัดเจนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน
2. หลีกเลี่ยงคำถามที่วัดความจำ หรือใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์จากบทเรียนโดยตรง
3. คำถามควรเรียงจากข้อง่ายที่สุดและเพิ่มความยากขึ้นตามลำดับ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่กำหนดให้เขียนคำตอบพร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบมีหลายแบบ ในที่นี้จะแสดงไว้ 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว
2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียวสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบระดับความถูกต้องหรือระดับความชัดเจน เช่น 1, 2 และ 3 ดังนี้ ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	เขียนรูป <input type="checkbox"/> ได้ชัดเจน ถูกต้อง พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปได้ถูกต้อง
2	เขียนรูป <input type="checkbox"/> ได้ แต่ไม่ชัดเจนว่าขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปไม่ชัดเจน
1	เขียนรูปไม่ถูกต้อง และมีคำอธิบายไม่ชัดเจนหรือไม่มีคำอธิบาย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ สามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมหรือแบบวิเคราะห์ที่มีการกำหนดระดับคะแนนที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ จะพิจารณาคำตอบในภาพรวมทั้งหมด โดยอาจกำหนดระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3, และ 4 ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ จะพิจารณาให้คะแนนจากคำตอบ 2 ส่วน คือ คำตอบและการแสดงเหตุผลประกอบ โดยอาจกำหนดระดับคะแนนของส่วนคำตอบเป็น 2 ระดับ คือ 0 และ 2 และกำหนดระดับคะแนนของส่วนการแสดงผลประกอบเป็น 4 ระดับ คือ 0, 1, 2, และ 3 ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

คำตอบ		การแสดงผล	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	คำตอบถูกต้อง	3	มีความเข้าใจ และแสดงผลอย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงการเปรียบเทียบได้
0	คำตอบไม่ถูกต้อง	2	มีความเข้าใจ และแสดงผลอย่างชัดเจน
		1	มีความเข้าใจ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ชัดเจนได้
		0	ไม่แสดงการใช้เหตุผล

ตัวอย่างการเปรียบเทียบการให้คะแนนแบบรวมและแบบวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ชื่อนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวม ระดับคะแนน 0, 1, 2, 3, 4	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ระดับคะแนน 0,2 สำหรับคำตอบ ระดับคะแนน 0,1,2,3 สำหรับความเข้าใจ และเหตุผล
ด.ช. ก้อง	คะแนน 2 ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ แต่ คำอธิบายไม่ชัดเจน	คะแนน 2 คำตอบถูก คะแนน 1 มีความเข้าใจ แต่ไม่แสดงการ เปรียบเทียบราคา และการเปรียบเทียบไม่ ชัดเจน
ด.ญ. แก้ว	คะแนน 3 ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำตอบ อธิบายค่อนข้างชัดเจน	คะแนน 2 คำตอบถูก 2 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้
ด.ช. กานต์	คะแนน 3 ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มี คำอธิบายค่อนข้างชัดเจน	คะแนน 2 คำตอบถูก 2 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้
ด.ญ. กลอย	คะแนน 4 ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มี คำอธิบายและแสดงแนวคิดเชิง เปรียบเทียบได้อย่างชัดเจน	คะแนน 2 คำตอบถูก 3 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้ บอกเหตุผลและแนวการ ตัดสินใจได้อย่างชัดเจน

แบบทดสอบแบบเขียนตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
2. มีโอกาสเดาได้ยากจึงใช้ผลจากการทดสอบเพื่อจำแนกผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
3. ใช้วัดกระบวนการคิดได้อย่างเป็นระบบ
4. ใช้วัดความสามารถในการแสดงออก การเขียน และการสื่อสารได้

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเขียน
2. ใช้เวลามากในการตรวจให้คะแนน
3. ลายมือของผู้ตอบอาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องเป็นการผสมผสานแบบทดสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ และแบบทดสอบแบบถูกผิดกับแบบเขียนตอบ ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องจึงมีได้หลายลักษณะ ในที่นี้จะแสดงไว้ 2 แบบ ดังนี้

7.1 แบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ แบบทดสอบลักษณะนี้ผู้สร้างจะกำหนดสถานการณ์และคำถามที่ต้องการมาให้ โดยมีคำถามเป็นข้อย่อย ๆ เพื่อทบทวนความรู้ตามลำดับของการตอบคำถามข้อนั้น แบบทดสอบลักษณะนี้อาจเป็นแบบเลือกตอบหรือแบบเขียนตอบก็ได้ จึงเหมาะกับผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนอ่อนหรือใช้เพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐาน แบบทดสอบลักษณะนี้มีหลักการสร้างดังนี้

7.1.1 ต้องกำหนดผลการเรียนที่คาดหวังของผู้เรียน

7.1.2 การสร้างคำถามตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและระดับความรู้ของผู้เรียน

7.1.3 คำถามต้องมีความชัดเจนทั้งสาระสำคัญและภาษาที่ใช้

7.2 แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน โดยมีส่วนประกอบดังนี้

7.2.1 ตอนที่ 1 มีคำถามและคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือก 1 คำตอบ จาก 2 หรือ 3 คำตอบ

7.2.2 ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายประกอบตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

7.2.2.1 มีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงเหตุผลของคำตอบในตอนต้นที่ 1 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้เป็นตัวลงอาจสร้างมาจากข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบจากการตอบของผู้เรียน

7.2.2.2 มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนต้นที่ 1

แบบทดสอบลักษณะนี้มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ครอบคลุม 2 ประเด็น ดังนี้

1. ความถูกต้องของคำตอบในตอนต้นที่ 1
2. ความสอดคล้องระหว่างคำตอบของตอนที่ 1 กับตอนที่ 2

การตรวจให้คะแนนควรพิจารณาสาระสำคัญดังนี้

1. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนต้นที่ 1 ถูกต้องและตอบเหตุผลในตอนต้นที่ 2 ได้ถูกต้อง จะได้รับการประเมินว่ามีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนต้นที่ 1 ไม่ถูกต้อง แต่สามารถตอบเหตุผลในตอนต้นที่ 2 ได้สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนต้นที่ 1 แสดงว่าผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดผล แต่มีความสามารถหรือทักษะกระบวนการในการเชื่อมโยงและการให้เหตุผล
3. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนต้นที่ 1 ไม่ถูกต้อง และตอบในตอนต้นที่ 2 ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนต้นที่ 1 ผู้ตอบควรได้รับการประเมินว่าไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้
2. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นปรนัย
3. ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อทบทวนความรู้ได้ดี

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสร้างแบบทดสอบ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบสองขั้นตอนสามารถทำได้หลายวิธีโดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2, และ 3 ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	เลือกคำตอบและบอกเหตุผลประกอบถูกต้อง
1	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบได้สอดคล้องกับคำตอบที่เลือก
0	เลือกคำตอบและบอกเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้
2. ใช้วัดกระบวนการให้เหตุผลได้
3. ใช้วัดได้ตรงกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ข้อจำกัด

1. ตรวจให้คะแนนได้ยาก
2. แบบทดสอบบางข้ออาจต้องใช้เวลามากในการตรวจให้คะแนน
3. ความเที่ยงตรงของการให้คะแนนขึ้นอยู่กับวิธีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสม

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิดการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ทักษะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ด้วย

การตอบแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ อาจใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหาก็ได้ จึงใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านกระบวนการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประเมินด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำสามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำที่มีคุณภาพ มีหลักการสร้าง ดังนี้

1. ควรสร้างโจทย์หรือคำถามเพื่อจะได้คำตอบที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ

2. หลีกเลี่ยงคำถามประเภทการวัดความจำหรือมีคำตอบถูกผิดอย่างชัดเจน
3. สร้างโจทย์หรือคำถามที่ชัดเจน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้ตอบเข้าใจตรงกัน
4. ต้องกำหนดกรอบของการตอบตามประเด็นของคำถามและแนวทางการตอบ

แบบอื่น ๆ

5. มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุม โดยอาจกำหนดประเด็นเป็นตอน ๆ และกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละตอนอย่างชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

พิจารณาการให้คะแนนแบบทดสอบแสดงวิธีทำ สามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณา คะแนนในส่วนของการแสดงวิธีทำ ทั้งนี้การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน อาจจะให้คะแนนเท่ากันทุกวิธี หรือให้คะแนนแต่ละวิธีไม่เท่ากันก็ได้ ในกรณีวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพที่ต่างกัน ก็อาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันได้ จากตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำมีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันแต่วิธีที่ 3 มีข้อดีเหนือกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ดังนั้นถ้าผู้เรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีที่ 3 จะได้รับคะแนนพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 2 คะแนน เนื่องจากแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์
4	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบแต่ขาดการคิดวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้และความคิดด้วยภาษาของตนเอง
2. ใช้วัดความสามารถด้านความคิดระดับสูง เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และความสามารถด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร
3. ใช้วัดทักษะกระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่และข้อมูลจากโจทย์ปัญหา
4. มีโอกาสเดาได้น้อย จึงใช้แยกความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
5. สามารถสร้างโจทย์ปัญหาได้ง่าย
6. ใช้วัดความสามารถในการเขียนตอบได้

ข้อจำกัด

1. ตรวจให้คะแนนได้ยาก มีความเป็นปรนัยต่ำ และต้องใช้เวลามาก
2. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนได้ยาก
3. โจทย์ปัญหาที่แก้ได้หลากหลายวิธีอาจมีปัญหต่อการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
4. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเขียน
5. ลายมือของผู้ตอบอาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

แบบทดสอบทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น สร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอน รวมทั้งกำหนดค่าระดับคะแนนของผู้เรียน ดังนั้นในการเลือกใช้แบบทดสอบแต่ละประเภท ผู้สอนต้องตระหนักถึงจุดประสงค์ที่ต้องการประเมินและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ได้ระบุไว้ รวมทั้งเลือกใช้แบบทดสอบที่ได้มาตรฐาน

สรุปได้ว่า การพัฒนาในครั้งนี้ ผู้รายงานได้ใช้แบบทดสอบในลักษณะต่างๆ อาทิ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบแสดงวิธีทำ โดยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำจะใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (2555, หน้า 47)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค

ใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) แบ่งการพิจารณาเป็น 2 ด้าน คือ

ด้านการค้นหาคำตอบ

ด้านการให้เหตุผล

กำหนดคะแนนเต็มในการแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบไว้เป็น 20 คะแนน

ด้านการค้นหาคำตอบ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	5
- ตอบไม่ถูกต้อง	0

ด้านการให้เหตุผล (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์	คะแนน
- สามารถแสดงข้อมูลและอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน	15
- สามารถแสดงข้อมูลและอธิบายเหตุผลพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	10
- แสดงข้อมูลและอธิบายเหตุผลพอสื่อให้เข้าใจได้เป็นบางส่วน	5
- ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้เลย	0

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อาจจะมาจกสาเหตุหลาย ๆ อย่าง ดังที่นักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544, หน้า 63) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอน
2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. สภาพแวดล้อมทางครอบครัว
4. วุฒิภาวะ

สรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เหมาะสมกับผู้เรียน ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวของผู้เรียน และวุฒิภาวะความพร้อมของผู้เรียน ซึ่งทุกสาเหตุที่กล่าวมานี้ล้วนแต่สามารถแก้ไขได้ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นมากกว่านี้อีกทั้งครูผู้สอนต้องหาวิธีการทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์อีกด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรม

มนุษย์แสวงหาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่ตนรับรู้เชื่อมโยงเข้ากับความคิดความรู้สึกของตนเองเป็นเบื้องต้น จนเริ่มตระหนักถึงเหตุและผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ พัฒนามาเป็นความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำรงชีวิตให้เหมาะสมกับยุคสมัย ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของพฤติกรรมของมนุษย์ไว้ดังนี้

ความหมายของพฤติกรรม

พฤติกรรมมนุษย์ประกอบด้วยคำศัพท์ 2 คำ คือ พฤติกรรม และ มนุษย์ แต่จะขอกล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมตามที่นักวิชาการได้ให้ความหมายของพฤติกรรมมนุษย์ ดังนี้ พฤติกรรม หมายถึง การกระทำ หรืออาการที่แสดงออกทางกล้ามเนื้อ ความคิดและความรู้สึกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า (สงวน สุทธิเลิศอรุณ, 2543, หน้า 5 อ้างอิงใน ราชบัณฑิตยสถาน, 2530, หน้า 580)

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2543, หน้า 4 อ้างอิงใน สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต, 2536, หน้า 2-3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สิ่งที่คุณคนกระทำ แสดงออกมาเพื่อตอบสนอง หรือโต้ตอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพการณ์ใดสภาพการณ์หนึ่ง ที่สามารถสังเกตเห็นได้

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2543, หน้า 5 อ้างอิงใน Harris and Stewart, 1986, p. 54) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง แนวทางในการแสดงออกของบุคคล อาจจะดีหรือเลว อาจจะเป็นที่ชื่นชอบหรือไม่ก็ได้

เมธาวิ อุดมธรรมมานภาพ และคณะ (2548, หน้า 4) ให้ความหมายของพฤติกรรมมนุษย์ว่ากิจกรรมของบุคคลทั้งที่เป็นรูปธรรม การกระทำ การตอบโต้กับสิ่งแวดล้อม และกิจกรรมภายในจิตใจที่เป็นนามธรรม เช่น ความคิด ความรู้สึก

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า พฤติกรรมมนุษย์ หมายถึง กิจกรรมของบุคคลทั้งที่เป็นรูปธรรม เช่น การกระทำ การตอบโต้กับสิ่งแวดล้อม และกิจกรรมภายในจิตใจที่เป็นนามธรรม เช่น ความคิด ความรู้สึก ทั้งที่สังเกตได้และไม่อาจสังเกตได้

ประเภทของพฤติกรรม

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2543, หน้า 5-6) ได้กล่าวว่าจากความหมายของพฤติกรรมมนุษย์ข้างต้น แบ่งประเภทของพฤติกรรมมนุษย์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมภายนอก (Overt Behavior) เป็นพฤติกรรมที่ผู้อื่นสังเกตได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสหรือใช้เครื่องมือ พฤติกรรมภายนอกยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สงวน สุทธิเลิศอรุณ, 2543, หน้า 5 อ้างอิงใน ชัยพร วิชชาวุธ, 2525, หน้า 16) คือ

1.1 พฤติกรรมภายนอก ที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือในการสังเกตคือพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ง่าย เช่น การเคลื่อนไหวของแขน ขา การเต้นของหัวใจ เป็นต้น เรียกว่า พฤติกรรมโมลาร์ (Molar Behavior)

1.2 พฤติกรรมภายนอก ที่ต้องอาศัยเครื่องมือในการสังเกตคือ พฤติกรรมที่เราไม่สามารถเห็นด้วยตาเปล่า เช่น การทำงานของคลื่นสมองจะต้องใช้เครื่องมือวัด พฤติกรรมประเภทนี้เรียกว่า พฤติกรรมโมเลกุล (Molecular Behavior)

2. พฤติกรรมภายใน (Covert Behavior) ได้แก่ พฤติกรรมที่เจ้าตัวเท่านั้น รับรู้ เช่น การได้ยิน การเข้าใจ การรู้สึกหิว ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ถือว่าเป็นพฤติกรรมภายใน มี 4 ลักษณะ คือ

2.1 พฤติกรรมที่เป็นความรู้สึกจากการสัมผัส (Sensitive) เช่น การมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การสัมผัส และการมีความสุขใจ เป็นต้น

2.2 พฤติกรรมที่เป็นการเข้าใจหรือตีความ (Interpreting) เช่น เมื่อเรามองตาเพื่อน ก็เข้าใจความรู้สึกของเพื่อนได้

2.3 พฤติกรรมที่เป็นความทรงจำ (Remembering) เช่น เมื่อมีโทรศัพท์เรียกเข้ามา เราอาจจำเสียงของเพื่อนหรือคนที่เรารู้จักได้

2.4 พฤติกรรมที่เป็นความคิด (Thinking) การคิดมีหลายชนิดอาจเป็นการคิดสร้างสรรค์ หรือการคิดหาเหตุผลก็เป็นได้

นอกจากนี้แล้วในทางพุทธศาสนา ได้จำแนกพฤติกรรมของมนุษย์เป็น 3 ประเภท คือ

1. ทางกายกรรม เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกทางร่างกาย ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง เช่น การเดิน ยืน นั่ง และการแสดงภาษาทางกาย (ยกคิ้ว ล้วงตา) ทางอ้อม เช่น การยิ้มและกล่าวทักทายเพื่อนด้วยลีลาต่างๆ

2. ทางวจีกรรม เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจา ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง เช่น การพูด การเจรจา ทางอ้อม เช่น พูดพร้อมจับมือ หรือการแสดงอารมณ์

3. ทางมโนกรรม เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงระดับจิตใจ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง เช่น การมีจิตเป็นสมาธิ การมีน้ำใจ ทางอ้อม เช่น การคิดถึงเพื่อนก็โทรศัพท์หรือไปพบ พร้อมมีของฝากที่ถูกใจเพื่อนไปให้ เป็นต้น

รูปแบบของการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม

นักพฤติกรรม ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์อย่างเป็นระบบด้วยการกำหนดรูปแบบการศึกษา พฤติกรรมมนุษย์ กำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล กำหนดระยะเวลาการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ ซึ่งรูปแบบการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์มี 4 รูปแบบ (เมธาวี อุดมธรรมานภาพ และคณะ, 2548, หน้า 11 – 15) คือ

1. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ในห้องทดลอง (Experiment) เป็นการศึกษาพฤติกรรม ด้วยการควบคุม สภาพการณ์เพื่อให้เห็นผลกระทบของตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่มีตัวแปรตาม (Dependent Variable) ข้อดีของการศึกษาด้วยการทดลอง คือ สามารถควบคุม ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นำมาสู่การสรุปในความสัมพันธ์ที่แสดงเหตุและผลระหว่างตัวแปรได้ ส่วนข้อด้อย คือ ไม่ใช่สถานการณ์จริง ซึ่งเหมาะสมกับการศึกษาในบางกรณี

2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ในสภาพธรรมชาติ (Naturalistic Observation) เป็น การศึกษาสังเกตพฤติกรรมอย่างระมัดระวัง โดยไม่เข้าไปรบกวนขัดขวางพฤติกรรมของผู้ถูกศึกษา

ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น การศึกษาสังเกตการแสดงออกอย่างก้าวร้าวระหว่างการทำกิจกรรม นันทนาการของกลุ่มเด็ก โดยใช้การสังเกตอย่างระมัดระวังไม่เข้าไปก้าวก่ายเกี่ยวข้องโดยตรง ข้อดีของการศึกษาด้วยการสังเกตในสภาพธรรมชาตินี้ คือ เป็นการศึกษาในสภาพการณ์จริงที่แทบจะไม่มี การกำหนด ทำให้สามารถศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของพฤติกรรมในเงื่อนไขที่เป็นจริง จุดอ่อนของการศึกษาลักษณะนี้คือการยากที่จะรักษาสภาพที่จะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องแทรกแซง พฤติกรรม และวิธีการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ในสภาพธรรมชาติไม่อาจอธิบายเหตุผลของพฤติกรรมที่ศึกษานั้นได้

3. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์รายกรณี (Case Study) เป็นการศึกษาสำรวจพฤติกรรม มนุษย์อย่างละเอียด ลึกซึ้งเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลทั้งการสังเกต การสัมภาษณ์ และ วิธีการอื่นๆ ตัวอย่าง เช่น การศึกษาพฤติกรรมก้าวร้าวมากเกินไปของเด็ก การศึกษาราย กรณีนี้นี้เหมาะต่อการสะท้อนภาพที่สนับสนุนแนวความคิดทฤษฎีทางพฤติกรรม ส่วนข้อด้อยของ การศึกษาพฤติกรรม ในการศึกษารายกรณีอาจมีข้อด้อยจากอคติความคิดเห็นของบุคคลเข้าไป เกี่ยวข้อง และการศึกษารายกรณีนี้ไม่อาจใช้สรุปกับกรณีอื่นๆ ได้

4. การศึกษาสำรวจ (Surveys) เป็นการใช้แบบสอบถาม หรือแบบสัมภาษณ์เพื่อ รวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา เช่น การให้เยาวชนอธิบายการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวที่อาจเกิดขึ้น ในสถานการณ์สมมติ ข้อดีของการใช้วิธีการนี้ คือ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ไม่อาจสังเกตได้ โดยตรง และสามารถเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวนมากรวมทั้งสามารถศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลได้ ข้อด้อยของวิธีนี้อาจเกิดขึ้นจากการที่ผู้ถูกสำรวจตอบคำถามตามความคาดหวังของ สังคม หรือเกิดความรู้สึกอคติ การตอบตามความคาดหวัง หรือผู้ตอบอาจจำเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง ไม่ได้

วิธีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม

การเก็บข้อมูลของนักพฤติกรรมมีการเก็บข้อมูลด้วยวิธีหลากหลาย อาจใช้เพียงวิธีใด วิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีประกอบกัน ตั้งแต่วิธีการสังเกต วิธีการใช้แบบสอบถาม วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบทดสอบทางจิตวิทยา วิธีการบันทึกทางสรีระวิทยา และวิธีการเก็บข้อมูลจากสถิติของ หน่วยงาน เป็นต้น วิธีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ มีรายละเอียดดังนี้ (Halonen & Santrock, 1996, pp. 40-41 อ้างอิงใน เมธาวิ อุดมธรรมานุภาพ และคณะ, 2548, หน้า 16 – 20)

1. การสังเกต (Observation) เป็นการเก็บข้อมูลจากการสังเกตอย่างเป็นระบบโดย กำหนดพฤติกรรมที่สังเกตให้ชัดเจน

2. การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นการเก็บข้อมูลที่ได้รับคามยินยอมจาก นักจิตวิทยาผู้ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ การใช้แบบสอบถามมีลักษณะคล้ายการกับสัมภาษณ์อย่างมี โครงสร้างหากแต่บุคคลเป็นผู้อ่านและตอบแบบสอบถามด้วยการเขียนแทนการพูดแบบสอบถามที่มี คุณภาพมีลักษณะที่ชัดเจนแน่นอน ไม่กำกวม สามารถวัดพฤติกรรมตามที่กำหนด

3. การสัมภาษณ์ (Interviews) เป็นการเก็บข้อมูลจากการสอบถามเฉพาะบุคคลเพื่อเก็บ ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ และประสบการณ์ของบุคคลนั้น ส่วนมากเป็นการสัมภาษณ์ตัวต่อตัวในบาง กรณีอาจใช้โทรศัพท์ในการสัมภาษณ์ วิธีการสัมภาษณ์นี้มีข้อดีในด้านการสอบถามข้อมูลจนเกิดความ

ชัดเจนในพฤติกรรม ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจากการใช้ทักษะการสัมภาษณ์ที่ทำให้บุคคลลดการใช้กลไกในการป้องกันตนเองลง เพราะในบางกรณีผู้ถูกสัมภาษณ์อาจตอบในสิ่งที่คิดว่าควรตอบตามกฎเกณฑ์เพื่อการยอมรับทางสังคมแทนการตอบตามความคิดหรือความรู้สึกที่แท้จริง เป็นต้น

4. การใช้แบบทดสอบทางจิตวิทยา (Psychological Test) เป็นการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน เช่น แบบทดสอบทางบุคลิกภาพ และแบบทดสอบสติปัญญา แบบทดสอบที่ใช้สะท้อนลักษณะเฉพาะของบุคคลนั้นเป็นคะแนน แล้วจึงนำค่าคะแนนนั้นไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น หรือกลุ่มในรูปแบบของคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์

5. การบันทึกสรีระวิทยา (Physiology Recording) เป็นการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือตรวจวัด และบันทึกลักษณะกระบวนการทางสรีระวิทยาภายในบุคคล เช่น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต แรงต้านทานไฟฟ้าที่ผิวหนัง ความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมอง เป็นต้น

ระยะเวลาการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม

การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ของนักพฤติกรรมศาสตร์จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ (เมธาวิ อุดมธรรมานุภาพ และคณะ, 2548, หน้า 21 – 22)

1. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ระยะยาว (Longitudinal Approach) เป็นการศึกษาพฤติกรรมเป็นช่วงระยะเวลานานพอสมควรเพื่อให้เห็นความต่อเนื่องและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น การศึกษาพัฒนาการด้านต่างๆ ของมนุษย์ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา เป็นต้น

2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ระยะสั้น (Cross – Sectional Approach) เป็นการศึกษาพฤติกรรมตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้เห็นภาพของพฤติกรรมในเวลาดังกล่าว เช่น การปรับตัว และสุขภาพจิต การศึกษา ทักษะคิด ความถนัด ความสนใจของบุคคล เป็นต้น การปรับพฤติกรรมในห้องเรียน

การปรับพฤติกรรมในห้องเรียน

การปรับพฤติกรรมของผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายก่อนว่าต้องการจะลดพฤติกรรมใดและต้องการเพิ่มหรือสร้างพฤติกรรมใด ทั้งนี้เนื่องจากการลดหรือการเพิ่มพฤติกรรมนี้มีเทคนิคที่แตกต่างกันที่ครูผู้สอนควรที่จะเลือกเทคนิคที่เหมาะสมกับลักษณะพฤติกรรมผู้เรียนและสภาพแวดล้อมเพื่อให้เทคนิคในการปรับพฤติกรรมที่นำมาใช้มีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดเทคนิคดังนี้ (อาภา จันทรสกุล และคณะ, 2535, หน้า 87)

1. เทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มพฤติกรรม มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเสริมแรงทางบวก (Positive reinforcement) เป็นวิธีการเพิ่มความถี่ของพฤติกรรมที่ต้องการ โดยการให้แรงเสริมบวกทันที หลังจากให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นแล้ว แรงเสริมบวกที่ครูให้ผู้เรียนนั้นอาจจะเป็น ขนม อาหารอื่นๆ เครื่องใช้ต่างๆ แรงเสริมทางสังคม เช่น การชมเชย การยอมรับ เป็นต้น หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนชอบกระทำ

1.2 การเสริมแรงทางลบ (negative - reinforcement) เป็นวิธีเพิ่มความถี่ของพฤติกรรม โดยการขจัดสิ่งเร้าที่ไม่เป็นที่พึงพอใจออกไปทันทีที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

การที่ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมก็เพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสิ่งเร้าที่ตนไม่พึงพอใจนั่นเอง เช่น ผู้เรียนไม่ทำการบ้านมาส่ง จึงถูกครูลงโทษเป็นประจำด้วยการตี ฉะนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการถูกตี ผู้เรียนจึงทำการบ้านมาส่งในครั้งต่อไป ครูจึงหยุดตี (ขจัดสิ่งเร้าที่ไม่พึงพอใจนั้นออกไป) จะเห็นได้ว่าการปรับพฤติกรรมด้วยวิธีนี้ เริ่มต้นด้วยการทำโทษเมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ และจะหยุดทำโทษเมื่อผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมมาเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ฉะนั้นการเรียนรู้ที่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์จึงเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการเสริมแรงทางลบนี้อาจเกิดผลข้างเคียงได้ คือ เกิดปัญหาทางอารมณ์ขึ้นก่อนที่จะเกิดการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นผลให้ผู้เรียนหลีกเลี่ยงไปจากสภาพแวดล้อมนั้นเสียก่อน เช่น ไม่ยอมมาโรงเรียน ป่วยทุกครั้งที่ต้องเข้าเรียนวิชาดังกล่าว เป็นต้น ดังนั้นครูจึงมักเลือกใช้วิธีอื่นๆ ก่อน

2. เทคนิคที่ใช้ในการลดหรือระงับพฤติกรรม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การลงโทษ (Punishment) การลงโทษอาจกระทำได้ 2 วิธี คือ การลงโทษทางบวก อันได้แก่ การให้สิ่งเร้าที่ผู้เรียนไม่พึงพอใจทันทีที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ และการลงโทษอีกวิธีหนึ่งคือการลงโทษทางลบ อันได้แก่ การขจัดแรงเสริมที่ผู้เรียนเคยได้ออกไปทันทีที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์

การลงโทษทางบวกนั้น ส่วนใหญ่เป็นการลงโทษทางกาย เพื่อให้ผู้เรียนหยุดการกระทำพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์นั้นเสีย นอกจากนี้ยังมีวิธีลงโทษอื่นๆ อีกที่เป็นการลงโทษทางบวก เช่น การแก้ไขเกินกว่าเหตุ การตำหนิหรือว่ากล่าวตักเตือน การริบคืน การใช้เวลานอก เป็นต้น

2.2 การหยุดยั้ง (Extinction) เป็นวิธีลดหรือระงับพฤติกรรมโดยการยุติการให้แรงเสริมกับพฤติกรรมที่เคยได้รับแรงเสริม วิธีนี้ครูมักนำมาใช้ในชั้นเรียนเสมอกับพฤติกรรมที่คาดว่าความสนใจของครูเป็นมูลเหตุให้เกิดพฤติกรรมนั้น ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ เช่น พฤติกรรมส่งเสียงดังรบกวนชั้นเรียน โดยครูจะเพิกเฉย ไม่ให้ความสนใจแก่ผู้เรียนเมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าว พฤติกรรมดังกล่าวก็จะค่อยๆ ลดลงไป

จะเห็นได้ว่า มีวิธีการในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนอยู่มากมายหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ ครูผู้สอนจึงควรต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะวิธีการที่กล่าวมาแล้วนี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ได้กับทุกพฤติกรรม ดังนั้นนอกจากครูจะต้องศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการดังกล่าวแล้ว ยังจะต้องพิจารณาที่พฤติกรรมเป้าหมายรวมทั้งสภาพแวดล้อมสถานการณ์ต่างๆ ประกอบกันด้วย

จากการศึกษาความหมายของพฤติกรรมดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกกระหว่างเรียนของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร วัดได้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมที่ผู้รายงานได้ทำการสร้างขึ้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ

ความหมายของเจตคติ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายคำว่า เจตคติ ไว้หลายความหมาย เช่น ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 52) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกของคน คนเราจะรู้สึกได้ก็ต่อเมื่อประสาทของเราได้สัมผัสกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดก่อน นั่นคือรับรู้สิ่งนั้นก่อนนั่นเอง ถ้าจิตเราก่อเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกตั้งแต่ขั้นต้น ๆ จนถึงขั้นสูง ๆ คือ เกิดความสนใจ ความซาบซึ้งพอใจและเจตคติติดตามมา การจะวัดสิ่งใดได้ถูกต้องก็ต้องรู้ก่อนว่าสิ่งนั้นหน้าตาเป็นอย่างไร

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546, หน้า 242) กล่าวว่า เจตคติ เป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก จะเกิดขึ้นกับเราเมื่อเราชอบ ไม่ชอบ ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ความเชื่อฝังใจของคนเรารับรู้หรือประเมินผู้คน เหตุการณ์ในสังคม เราจะเกิดอารมณ์ความรู้สึกบางอย่างควบคู่ไปกับการรับรู้ และจะมีผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจคนเรา

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2544, หน้า 69) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น หรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเห็นว่าความรู้สึกเป็นองค์ประกอบทางด้านอารมณ์ ความคิดเห็นเป็นองค์ประกอบทางด้านปัญญา และท่าทีเป็นองค์ประกอบด้านพฤติกรรม

จันทะวิชัย แหวนพระจันทร์ (2553, หน้า 44) อ้างอิงใน เพราพรพรรณ เปลี่ยนภู, 2542, หน้า 93) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ระดับสภาพหรือสภาวะของจิตใจและของสมองในลักษณะพร้อมที่จะกำหนดแนวทางของการตอบสนองของบุคคลหนึ่งต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 64) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกทั้งที่พึงพอใจและไม่พอใจ ที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 184) กล่าวถึงเจตคติทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น คุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ในลักษณะของความสนใจ ใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบ และความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน

เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของความสนใจใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 169)

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 169)

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักเห็นจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้
2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ
3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีความเชื่อแบบใดแบบหนึ่ง จะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้ เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่ายหรือความสลับซับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหา ตลอดจนวิธีการวัดผลประเมินผล ส่วนการวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จะช่วยในการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาหลักสูตรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสถานการณ์ของปัญหาต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ต่อบุคคล หรือต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งด้านบวกและด้านลบ เช่น ความพึงพอใจ ไม่พอใจ เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย ชอบ หรือไม่ชอบ เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายของเจตคติดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้รายงานสนใจที่จะศึกษาเจตคติของผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว วัดได้โดยใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้รายงานได้ทำการสร้างขึ้น

ลักษณะของเจตคติ

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542, หน้า 58-59) กล่าวว่า เจตคติจะแปรเปลี่ยนไป 5 ประการ ดังนี้

1. มีทิศทาง (Direction) เจตคติมีทิศทางเพราะความรู้สึกของคนที่มีต่อเป้าเจตคติเป็นบวกและลบหรือชอบและไม่ชอบ กรณีวัดเจตคติต่อเป้าเจตคติชนิดหนึ่ง นักเรียนตอบว่าชอบแปลว่าเป็นไปในทิศทางบวก ถ้าตอบว่าไม่ชอบเป็นไปในทางลบ
2. ความเข้มข้น (Intensity) เจตคติเป็นความรู้สึกต่อเนื่องตั้งแต่บวกถึงลบเนื่องจากเจตคติเป็นความรู้สึกต่อเนื่อง ถ้าเป็นไปในทางบวกก็จะมีตั้งแต่บวกน้อย ๆ จนถึงบวกมาก ๆ ถ้าลบก็จะมีลบมาก ๆ ไปถึงลบน้อย ๆ ความมากน้อยของความรู้สึกก็คือความเข้มข้นนั่นเอง
3. มีการแผ่ซ่าน (Pervasiveness) เจตคติมีลักษณะการแพร่กระจายหรือแผ่ซ่านจากกลุ่มหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งได้ เช่น กลุ่มเล็ก ๆ มีเจตคติไม่ต่อการสร้างเขื่อน เจตคติไม่ตักลัษณะนี้อาจ

แพร่กระจายไปสู่คนหมู่มากได้ ในที่สุดเจตคติที่ไม่ดีต่อการสร้างเขื่อนก็อาจลุกลามไปทั่วทั้งกลุ่มใหญ่ของประชาชน เกิดการต่อต้านการสร้างเขื่อนได้

4. มีความคงเส้นคงวา (Consistency) เจตคติเป็นความรู้สึกที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงง่าย ๆ เป็นความรู้สึกค่อนข้างคงที่ เจตคติของบุคคลในระยะสั้น ๆ จะเหมือนเดิม เจตคติจึงมีลักษณะฝังแน่นตรึงในแบบใดแบบหนึ่งนานพอสมควร

5. มีความพร้อมที่จะแสดงออกอย่างเด่นชัด (Salience) หมายถึง ระดับขั้นของความเต็มใจ หรือความพร้อมในการแสดงความคิดเห็นซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเจตคติ ความจริงเป็นเรื่องของความพอใจนั่นเอง การที่คนจะมีเจตคตินี้ต้องเป็นคนที่มีมองเห็นความเด่น ความสำคัญและมีความรอบรู้อย่างมากต่อเป้าเจตคติ ความประทับใจเด่นชัดนี้จะวัดได้เมื่อเจตคติแสดงออกมาปราศจากการตะล่อมกล่อมเกลามาตราของเจตคตินี้วัดจากข้อความให้แสดงความรู้สึกที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ไม่สามารถวัดความประทับใจได้ ดังนั้นความประทับใจนี้วัดได้จากการสัมภาษณ์หรือการสังเกตเหตุการณ์ที่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นแบบดังกล่าวออกมาเท่านั้น

พรชัย จันทไทย (2545, หน้า 52-53) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเจตคติ ดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากประสบการณ์ของบุคคลไม่ใช่เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด

2. เจตคติเป็นเครื่องกำหนดขอบเขตตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ที่เด็กหรือบุคคลใช้พิจารณาสิ่งแวดล้อม

3. บุคคลแต่ละคนต้องมีเจตคติต่อสถานการณ์เดียวกันหรือต่อบุคคลเดียวกันแตกต่างกันออกไปหลายลักษณะแล้วแต่ประสบการณ์ของบุคคลนั้น

4. เจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจเป็นถาวรตลอดไปหรือชั่วคราว

5. เจตคติมีผลกระทบกระเทือนต่อการเรียนของเด็กมาก

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม ลักษณะของเจตคติมีทั้งเป็นบวกและเป็นลบ เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการเรียนรู้และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบของเจตคติ

ณัฐนันท์ โอกระโทก และคณะ (2552, หน้า 30-31 อ้างอิงใน ประสาท อิศวรปรีดา, 2533, หน้า 177-178) กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา ข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ (Affective Component) ได้แก่ ความรู้สึกพอใจ ไม่พอใจ ชอบ ไม่ชอบ เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านแนวโน้มของการกระทำ (Action Tendency Component)

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535, หน้า 66-67) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้าน

ความรู้ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้นๆ เพื่อเป็นเหตุผลที่จะสรุปความรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยในการประเมินต่อสิ่งเร้านั้น

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้านั้น ต่างเป็นผลต่อเนื่องมาจากบุคคลประเมินค่าสิ่งเร้านั้น แล้วพบว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว องค์ประกอบทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กัน เจตคติบางอย่างประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจมาก แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านความรู้สึกและอารมณ์น้อย เช่น เจตคติที่มีต่องานที่ทำ ส่วนเจตคติที่มีต่อแพ้นเสื้อผ้า จะมีองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกและอารมณ์สูง แต่องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจต่ำ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อม หรือความโน้มเอียงที่บุคคลประพฤติ ปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับจากการประเมินค่าให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่มีอยู่ เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือบุคคลหนึ่งบุคคลใด ต้องประกอบด้วยทั้งสามองค์ประกอบเสมอ แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป โดยปกติบุคคลมักแสดงพฤติกรรมในทิศทางที่สอดคล้องกับความรู้สึกที่มีอยู่แต่ก็ไม่เสมอไปทุกกรณี ในบางครั้งเราจะมีเจตคติอย่างหนึ่งแต่ก็ไม่ได้แสดงพฤติกรรมตามเจตคติที่มีอยู่ก็ได้

การวัดเจตคติ

จากนิยามเจตคติจะพบว่าเราไม่สามารถวัดเจตคติได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้จากพฤติกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม วิธีวัดเจตคติแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (ศักดิ์ไทย สุรกิจาวร, 2542, หน้า 230-231)

1. วิธีตรง (Directive Technique) ได้แก่

- 1.1 วิธีสัมภาษณ์
- 1.2 ใช้แบบสอบถาม

2. วิธีทางอ้อม (Indirective Technique) ได้แก่

- 2.1 ให้อ่านแล้วต่อความหมาย
- 2.2 ให้หาคำมาสัมพันธ์
- 2.3 การผูกเรื่องด้วยภาพ

3. ศึกษาจากสิ่งอื่นโดยไม่ต้องคิดต่อกับบุคคลที่เราจะวัดเลย (Unobtrusive Technique)

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 24-30) ได้แบ่งวิธีการวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัย ดังนี้

3.1 การวัดโดยอาศัยการสังเกต ได้แก่ การสังเกตตามแบบตรวจสอบรายการ

(Checklist)

3.2 การวัดโดยใช้ข้อสนเทศจากผู้เรียน ได้แก่ ผู้เรียนวัดผลตนเอง แบบให้สร้าง

จินตนาการและแบบวัดโดยใช้สถานการณ์

3.3 วัดโดยอาศัยข้อสารสนเทศหรือผลการวัดจากบุคคลอื่น ได้แก่ การทำสังคม

สัมภาษณ์คนที่รู้จักผู้เรียนที่เราจะประเมิน และให้บุคคลอื่นตอบสนองพฤติกรรมผู้เรียนที่จะวัด

นอกจากนี้ การวัดเจตคติยังมีลักษณะการวัดความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เรียกว่า เป้าเจตคติ นักจิตวิทยาบางคนมีแนวความคิดเกี่ยวกับเจตคติเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ

เชฟเวอร์ (Shaver อ้างอิงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 7) ได้แบ่งการวัดเจตคติโดยแบ่งพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive component) หมายถึง การรับรู้ของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ เช่น คน วัตถุ สิ่งของ เป็นต้น
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง องค์ประกอบทางด้านความรู้สึกที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า ซึ่งมาจากการที่บุคคลเมื่อได้รับสิ่งเร้าแล้วแสดงความพอใจหรือไม่พอใจ ดีหรือเลว ชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior component) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลประพฤติปฏิบัติในการที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่สนับสนุนหรือคัดค้าน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เจตคติเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่แสดงออกในด้านอารมณ์ ความรู้สึก ความชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งการวัดเจตคติสามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ทั้งทางตรง ได้แก่ วิธีการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม ส่วนการวัดเจตคติทางอ้อม ได้แก่ การอ่านแล้วต่อความหมาย การหาคำมาสัมพันธ์ การผูกเรื่องด้วยภาพ และการวัดโดยไม่ต้องคำนึงถึงบุคคลที่ต้องการวัด วิธีที่ใช้ในการวัดเจตคติจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

การพัฒนาครั้งนี้ผู้รายงานได้วัดเจตคติของผู้เรียนด้วยวิธีการทางตรง โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบวัดเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านความรู้สึกเพียงองค์ประกอบเดียว โดยวัดความรู้สึกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปแบบของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล

เครื่องมือการวัดเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 60-63) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็น มโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดเจตคติจึงมีหลายรูปแบบแล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด ดังนี้

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดหมาย ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเองและต้องไม่หุบปาก จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากกาเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ที่ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ปริมาณเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น (ใช้คณิตศาสตร์เป็นเป้าเจตคติ)

- 1) เมื่อท่านได้ยินชื่อคณิตศาสตร์ท่านรู้สึกอย่างไร
- 2) ท่านมีความเห็นอย่างไรที่ว่าเรียนคณิตศาสตร์เสียเวลาเปล่า

- 3) ท่านชอบทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวเลขไหม
- 4) เวลาเรียนคณิตศาสตร์ท่านรู้สึกอย่างไร
- 5) ท่านชอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไหม

ฯลฯ

ทางที่ดีก่อนเขียนคำถามควรวิเคราะห์ก่อนว่าจะถามอะไรบ้างจึงจะครอบคลุมความรู้สึกที่มีต่อเป้าเจตคตินั้น ๆ จำนวนข้อคำถามขึ้นอยู่กับระดับผู้ถูกสัมภาษณ์และเวลาที่จะสัมภาษณ์ ถ้าจะให้มีความเป็นปรนัยควรเป็นคำตอบให้ตอบเลย และเป็นคำตอบสั้น ๆ ตามความเหมาะสม เมื่อสัมภาษณ์เสร็จแล้ว รวบรวมผลวิเคราะห์ออกมาว่า ส่วนใหญ่เขารู้สึกต่อเป้าเจตคติทางบวกหรือทางลบ มีความเข้มข้นมากน้อยเพียงใด สรุปผลออกมาในรูปเชิงพรรณนาได้ว่า คนนั้นหรือคนกลุ่มนั้นมีเจตคติอย่างไร

การสัมภาษณ์มีทั้งแบบมาตรฐานและแบบไม่มาตรฐาน ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. การสัมภาษณ์ต้องเป็นการช่วยเหลือหรือกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อยากจะตอบและให้คำตอบที่คงที่พอควร คือถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตื่นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงผิด ผู้สัมภาษณ์จะตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์
2. คำถามที่พยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความแจ่มชัดว่าผู้สัมภาษณ์ต้องการให้ตอบในแง่ไหน ไม่ควรใช้คำถามที่กว้างจนเกินไป อาจจะทำให้สรุปได้ยาก
3. คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้รับคำตอบเหมือนเดิม
4. คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

ได้

2. การสังเกต (Observation) การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือตาและหูนั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนได้ง่าย ข้อย่อยงาน (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกัน จึงจะทำหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะมีประสบการณ์และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

ในการวัดเจตคตินั้น ต้องใช้เวลาเพื่อหาความแน่นอนของการเกิดพฤติกรรมนั้น ๆ การเขียนรายการของพฤติกรรม จึงต้องเตรียมไว้ก่อน การสังเกตแต่ละครั้ง แต่ละเวลา ถ้าพฤติกรรมนั้นปรากฏก็จะบันทึกไว้ทันที ตัวอย่างข้อรายการในการวัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์

- | | | |
|---|---------|------------|
| 1) เข้าเรียนทันเวลาอยู่เสมอ | () ใช่ | () ไม่ใช่ |
| 2) สนใจถามปัญหาคณิตศาสตร์ | () ใช่ | () ไม่ใช่ |
| 3) ติดตามการอธิบายของครูผู้สอนเป็นประจำ | () ใช่ | () ไม่ใช่ |
| 4) อ่านหนังสือคณิตศาสตร์มากกว่าปกติ | () ใช่ | () ไม่ใช่ |
| 5) ใช้หลักคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | () ใช่ | () ไม่ใช่ |
| 6) ชอบอธิบายเป็นประจำ | () ใช่ | () ไม่ใช่ |

ฯลฯ

3. การรายงานตนเอง (Self – report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา แบบทดสอบหรือมาตรฐานที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standart form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone), กัตแมน (Guttman), ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเอง ยังมีวิธีออกแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐานซึ่งการสร้างแล้วแต่จุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นครั้งคราวไป

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective Technique) แบบนี้อาศัยสถานการณ์ที่หลากหลายไปให้ผู้ตอบสถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอน ทำให้ผู้ตอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรม เติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ได้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าหมายเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องกระแสไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดความต้านทานกระแสไฟฟ้าผิวหนัง เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาดำ ปริมาณของไฮโมโนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546, หน้า 255–256) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีลิเคิร์ท (Likert – type Scale) กระบวนการวัดเจตคติชนิดประเมินค่าของลิเคิร์ท (The method of rating of Likert mothod) นั้น เป็นการวัดเจตคติทางอ้อมวิธีหนึ่งได้ใช้กันแพร่หลายโดยการสร้างข้อความขึ้นมาหลาย ๆ ข้อความให้ครอบคลุมหัวข้อที่จะศึกษา การตอบมีข้อให้เลือก 5 ข้อ คือ

- 1.1 เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 1.2 เห็นด้วย
- 1.3 ไม่แน่ใจ
- 1.4 ไม่เห็นด้วย
- 1.5 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การให้คะแนนขึ้นอยู่กับชนิดของข้อความว่าเป็นยอมรับหรือไม่ยอมรับ

2. หลักการสร้างคำถามตามแนวของลิเคิร์ท (Likert) หลักการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีการลิเคิร์ท โดยมีหลักการสร้างว่า การจัดให้มีข้อความที่แสดงเจตคติต่อที่หมายในทิศทางใด

ทิศทางหนึ่ง แล้วให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น คำตอบแต่ละข้อความจะมีให้เลือกตอบ 4 ช่วงตั้งแต่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ลำดับขั้นตอนของการสร้างมี ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อความ แต่ละข้อความต้องมีลักษณะที่คนมีเจตคติต่าง ๆ กัน ตอบต่างกัน และหลีกเลี่ยงข้อความที่มี 2 ความหมาย

2.2 ตรวจสอบข้อความนั้นว่าเหมาะสมกับการตอบเพียงใด ในลักษณะของ 5 ช่วงดังกล่าว

2.3 ทดลองดูว่าข้อความใดไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือ เพื่อการแก้ไข

2.4 การให้น้ำหนักคะแนนของความเห็น ในแต่ละระดับตามวิธีการของลิเคิร์ท ทำให้ มาตรการวัดของเขาใช้ได้สะดวกมาก เพราะใช้กำหนดค่าแบบจงใจ เพื่อให้เป็นค่าน้ำหนักประจำของแต่ละข้อความ วัดเจตคติมีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไร ก็ใช้วิธีการลดน้ำหนักหรือคาดคะเนจากการตอบทุกข้อความแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูงหรือได้คะแนนสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้น เป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตามกัน ย่อมแสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น

ตัวอย่างพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประเมินผู้เรียนได้ว่า มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ แต่ผู้เรียนอาจแสดงพฤติกรรมอื่นที่สอดคล้องกับตัวอย่างดังกล่าวได้อีก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ การทำแฟ้มสะสมผลงาน และการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้สอนหรือผู้ประเมินจะต้องมีความสามารถในการสังเกตและบันทึกข้อมูล ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลป้อนกลับได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และในขณะเดียวกันผู้เรียนยังสามารถประเมินความคิดเห็นของตนเอง เพื่อใช้ประกอบการประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ได้

ในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานได้สร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีลิเคิร์ท (Likert – type Scale) แบบประเมินค่าโดยมีข้อให้เลือกตอบ 5 ข้อ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	แทนระดับ	5	คะแนน
เห็นด้วย	แทนระดับ	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	แทนระดับ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	แทนระดับ	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	แทนระดับ	1	คะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรายงานการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 พบว่าม้งานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการรายงานครั้งนี้ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

คำตา นัดกล้า (2547) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และแบบฝึกทักษะ เรื่องเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้และแบบฝึกทักษะ เรื่องเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.26/79.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ชนาภา หมื่นวงศ์ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะมีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.67/92.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และผู้เรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

บุรฉัตร ผ่องชมภู (2552, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการพัฒนาพบว่า

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.76 / 83.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก

นวนลภา บรรพตาทิ (2553, หน้า บทคัดย่อ) ได้วิจัย ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.5/78.2 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75 / 75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ค่าดัชนีประสิทธิผลที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.64 แสดงว่า หลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระ และมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 64

จงจิตต์ สมสวย (2554, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแจกแจงปกติ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการแจกแจงปกติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.68/80.65 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. ดัชนีประสิทธิผลของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ มีค่าเท่ากับ 0.7073 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.73

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71

วีรศักดิ์ บุญประจักษ์ (2554, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดฝึกทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้ศึกษาได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.87 / 81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75 / 75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ค่าดัชนีประสิทธิผลที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7140 แสดงว่า หลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ และมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 71.40

4. ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง มีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 7.05 แสดงว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจสอดคล้องกันในระดับมากที่สุด

กานดา ศิริเมือง (2555, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

2. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6517 แสดงว่าหลังจากการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น แล้วผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มร้อยละ 65.17

4. หลังจากเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด พิชญา สิงห์หล้า (2555, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการพัฒนาพบว่า

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.74 / 81.81 เป็นไปตามเกณฑ์ 80 / 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่เรียน โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54)

สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์ (2550, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มี 5 ปัจจัยโดยเรียงลำดับจากปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุดไปหาปัจจัยที่ส่งผลน้อยที่สุด ได้แก่ ทักษะคิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพทางการเรียนคณิตศาสตร์ บุคลิกภาพ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุमितตรา เจริญพันธ์ (2545, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาจิตลักษณะและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยประการแรก พบว่า ปัจจัยด้านจิตลักษณะเดิมสามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน ประการที่สอง พบว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์ในการเรียน สามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน ประการที่สาม พบว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์ในการเรียน ร่วมกับจิตลักษณะสามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน โดยมีตัวทำนายที่สำคัญคือ ทักษะคิดที่ดีต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มุ่งอนาคตควบคุมตน และการได้รับการสนับสนุนในการเรียนคณิตศาสตร์จากผู้ปกครอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีจำนวนพี่น้องมากๆ และประการที่สี่ นักเรียนที่มีจิตลักษณะ ประสบการณ์ในการเรียนพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในปริมาณต่ำมักเป็นนักเรียนชาย

นิพนธ์ สิ้นพูน (2545, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมุกดาหาร ผลการวิจัยปรากฏว่า ความถนัดทางการเรียน 7 ด้าน ได้แก่ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านการรับรู้ และความถนัดด้านการใช้คำ ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กฤษดา นรินทร์ และคณะ (2556, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษา ปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาคตัดกรวยของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในโลกจริง เรื่องภาคตัดกรวย ของกลุ่มทดลองหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงของกลุ่มทดลองหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

ลอเรย์ (ทิตติยา ฤทธิ์โต, 2553. อ้างอิงใน Lawrey,1978, p.817-A) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะกับนักเรียนระดับ 1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าคะแนนก่อนทำแบบฝึกและนักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากฝึกทักษะแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 89.8 นั่นคือ แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

เกย์ และ กาแลกเจอร์ (เปตา กิงซิงวส์, 2545, หน้า 23 อ้างอิงใน Gay and Gallagher. 1976, pp. 56 - 67) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสอนโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงเวลาการเรียนวิชานั้น ๆ กับการสอนโดยมีการทดสอบย่อยระหว่างการเรียนการสอนในเรื่องเดียวกัน ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยมีการทดสอบย่อย ขณะเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้รายงานได้ทราบว่า การพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ การปรับพฤติกรรมผู้เรียน และการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะโดยตรงที่เกิดจากการที่ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนโดยใช้ระยะเวลา กิจกรรมการเรียนการสอนของครูและสื่อหรือบทเรียนที่น่าสนใจ ในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานจึงมุ่งที่จะสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยนำโปรแกรม GSP มาใช้ประกอบในการจัดทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อนำไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เน้นทักษะการแก้ปัญหาด้วยตนเองของผู้เรียนเพราะต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะจากชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ มีอิสระในการคิด ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและสืบเสาะหาเหตุผลอันจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นต่อไป ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการพัฒนา

ในการดำเนินการรายงานเรื่อง การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ผู้รายงานได้ดำเนินการพัฒนาครั้งนี้ตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. แบบแผนและวิธีดำเนินการพัฒนา
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร** เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 373 คน

2. **กลุ่มตัวอย่าง** เป็นผู้เรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เลือกวิธีการจับสลากจากห้อง 3/1 – 3/9 ซึ่งใช้วิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยศึกษาเป็นรายบุคคล

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนามี 5 ประเภท คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ประพฤติ ปฏิบัติต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
5. แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ของหลักสูตรการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษารายละเอียดของ เนื้อหา และจำนวนชั่วโมงในการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3 ศึกษาจากคำอธิบายรายวิชา และจุดประสงค์รายวิชา วิเคราะห์เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง

1.4 ศึกษารูปแบบการทำงานของวงจรมอดูล นำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนการสอน ศึกษาความสอดคล้องของรูปแบบวงจรมอดูลกับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 Whole Data (เตรียมความพร้อม / เตรียมข้อมูล)
- ขั้นตอนที่ 2 Analysis (การวิเคราะห์ / พิจารณารายประกอบ)
- ขั้นตอนที่ 3 Nice Plan (การวางแผนที่ดี / ปฏิบัติงานโดยอาศัยทฤษฎี)
- ขั้นตอนที่ 4 Good Working (ลงมือทำงานที่ดี / มีระบบขั้นตอนและรู้สึภาคภูมิใจ)
- ขั้นตอนที่ 5 Check (การตรวจสอบ / ติดตามแก้ไขและนำไปปรับปรุง)
- ขั้นตอนที่ 6 Action (การปรับปรุง / วิเคราะห์จุดบกพร่องเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป)
- ขั้นตอนที่ 7 New Information (องค์ความรู้ใหม่เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป)

เมื่อดำเนินการจัดทำเสร็จแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบแก้ไขในเรื่องความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ≥ 0.6 ได้ 5 ข้อใหญ่จำนวน 19 ข้อย่อย (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ค) พบว่าข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.6 นั้นมีจำนวน 2 ข้อย่อย คือข้อ 3.3 ซึ่งเป็นรายการประเมินเกี่ยวกับการเขียนได้ถูกต้องตามลักษณะการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อ 4.3 เป็นรายการประเมินเกี่ยวกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ หลังจากนั้นผู้รายงานได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามที่คณะผู้เชี่ยวชาญ แนะนำ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อไป

2. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งการสร้างตามเนื้อหาเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชุดฝึกทักษะเล่มที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
เล่มที่ 1	รูปเรขาคณิตสามมิติและปริซึม	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถอธิบายและบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ 2. อธิบายเกี่ยวกับปริซึมได้ 3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับปริซึม 4. สามารถบอกลักษณะและสมบัติของปริซึมได้ 5. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 2	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของปริซึม	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้ 2. สามารถหาพื้นที่ผิวข้างของปริซึมได้ 3. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 3	ปริมาตรของปริซึม	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาปริมาตรของปริซึมได้ 2. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 4	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถระบุส่วนต่างๆของทรงกระบอกได้ 2. สามารถหาพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกได้ 3. สามารถหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกระบอกได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ต่อ)

ชุดฝึกทักษะเล่มที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
เล่มที่ 5	ปริมาตรของทรงกระบอก	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาปริมาตรทรงกระบอกได้ 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงกระบอกได้ 3. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 6	พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาพื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดได้ 2. สามารถหาปริมาตรของพีระมิดได้ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพีระมิดได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 7	พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาพื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของกรวยได้ 2. สามารถหาปริมาตรของกรวยได้ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับกรวยได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 8	พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถหาพื้นที่ผิวของทรงกลมได้ 2. สามารถหาปริมาตรของทรงกลมได้ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทรงกลมได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ต่อ)

ชุดฝึกทักษะเล่มที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
เล่มที่ 9	การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกันได้ 2. สามารถเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือหน่วยปริมาตรต่างระบบได้ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาการเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกันหรือต่างระบบได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
เล่มที่ 10	การแก้โจทย์ปัญหาพื้นที่ผิวและปริมาตร	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมได้ 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมได้ 3. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ 4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากตารางที่ 2 แสดงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
เล่มที่ 1 – 10 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยเน้นทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, 2555, หน้า 9)

ผู้รายงาน ได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน มาประกอบการแก้ปัญหาในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อเน้นทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

เมื่อดำเนินการจัดทำเสร็จแล้วนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบแก้ไขในเรื่องความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่มที่ 1 – 10 คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ≥ 0.6 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก จ) หลังจากนั้นผู้รายงานได้นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามที่คณะผู้เชี่ยวชาญแนะนำ แล้วนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้ทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองเป็นรายบุคคล โดยนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างขึ้นไปทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1, 3/3, และ 3/8 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวนห้องละ 1 คน โดยคัดเลือกผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วนำผลการทดลองสอนที่ได้ไปใช้หาข้อบกพร่องของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เช่น ระยะเวลา ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ และคำสั่งต่างๆ โดยสังเกตจากคำถามและการทำกิจกรรมของผู้เรียน หลังจากนั้นได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนนำไปทดลองสอนขั้นต่อไป โดยผลการทดลองพบว่า ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $69.40/74.00$ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $75/75$ โดยจากข้อสังเกตพบว่าเนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาและผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ตามกำหนดเฉพาะเล่มที่ 1 ถึงเล่มที่ 3 ส่วนในเล่มที่ 4 – 10 ผู้รายงานได้ปรับจำนวนข้อของแบบฝึกทักษะ ความยากง่ายของแบบฝึกทักษะและภาษาให้กระชับมากขึ้นให้เข้าใจได้ง่าย สามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ทันตามเวลาที่กำหนด

2. การทดลองสอนกับกลุ่มย่อย โดยนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1, 3/3, และ 3/8 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 9 คน โดยเลือกผู้เรียนที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่งคละกัน โดยที่ไม่ใช่ผู้เรียนรายเดิมที่ได้ทดลองเป็นรายบุคคลมาก่อนนี้ แล้วนำผลการทดลองสอนที่ได้ไปใช้หาข้อบกพร่องของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการสังเกตจากพฤติกรรมขณะเรียนและการทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ จากนั้นได้

ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนนำไปทดลองสอนขั้นต่อไป โดยผลการทดลองพบว่า ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.53/79.89 ซึ่งสูงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 ในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ทันเวลา ผู้รายงานได้เพิ่มเติมรูปภาพที่มีสีสันสวยงาม ใช้รูปภาพอธิบายแทนคำพูด ได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น และใช้รูปภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องชีวิตประจำวันให้ผู้เรียนรู้จักมาใช้ประกอบการคำนวณมากขึ้น

3. การทดลองสอนกับกลุ่มใหญ่ โดยนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองสอนกับกลุ่มทดลองย่อย เพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ยังมีข้อบกพร่องหรือไม่ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เท่ากับ 77.18 / 77.25 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ)

โดยผลการทดลองพบว่า เนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ตามกำหนด และผู้เรียนมีความสนุกสนานและชอบทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีเนื้อหาและรูปภาพสีสันสวยงาม ตัวหนังสืออ่านง่ายและน่าสนใจ อีกทั้งยังมีรายละเอียดการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้รายงานได้สร้างเฉลยแบบแสดงวิธีทำไว้ด้วยเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาถึงข้อผิดพลาดของตนเองต่อไป

ขั้นตอนสุดท้าย การนำไปใช้จริง นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่หาประสิทธิภาพแล้วไปใช้ทดลองสอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อทำความเข้าใจกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหา การวัดผล และประเมินผล

3.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการและแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบของกระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 31 – 35) เพื่อจะได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจึงจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้โดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยต้องการใช้จริงเพียงจำนวน 30 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอคณะผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษา ซึ่งมีเกณฑ์การกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 246-248)

- + 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบสามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นจริง
- 0 เมื่อไม่แน่ใจหรือตัดสินใจไม่ได้ว่าแบบทดสอบสามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นจริง
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นจริง

3.6 นำผลการพิจารณาของคณะผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977 อ้างอิงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248-249)

3.7 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC > 0.8 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข) ปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 41 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 41 ข้อ ไปทดลองสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่เคยเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาแล้ว จำนวน 40 คน

3.9 นำผลจากการทดสอบ มาวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบ (P) และหาดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555, หน้า 250-262) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบไว้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ โดยผู้รายงานเลือกแบบทดสอบที่มีดัชนีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ)

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ที่เคยทำแบบทดสอบมาแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555, หน้า 250-262) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.898 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก จ)

3.11 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้

3.12 วิเคราะห์หาค่าสถิติของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

3.13 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้วิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยกำหนดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.14 สรุปผลการทดสอบดังกล่าว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดพฤติกรรมของผู้เรียน และวิธีสร้าง แบบวัดพฤติกรรมของผู้เรียน

4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ประพจน์ ปฏิบัติต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อใหญ่ แต่ละข้อมี 3 ข้อย่อย ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล ดังนี้

1. การวางแผน

คะแนน	เกณฑ์
3	วางแผนได้ตามขั้นตอนทุกขั้นตอน
2	วางแผนได้ตามขั้นตอนบางขั้นตอน
1	วางแผนไม่เป็นไปตามขั้นตอน

2. การปฏิบัติตามแบบฝึก

คะแนน	เกณฑ์
3	ปฏิบัติงานตามแบบฝึกได้ครบถ้วนทุกแบบฝึก
2	ปฏิบัติงานตามแบบฝึกได้เกินครึ่งหนึ่งของแบบฝึก
1	ปฏิบัติงานตามแบบฝึกได้ไม่ครบทุกแบบฝึก

3. การมีส่วนร่วมในกิจกรรม

คะแนน	เกณฑ์
3	ให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามระหว่างการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม
2	ให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามระหว่างการทำกิจกรรมบางกิจกรรม
1	ไม่ให้ความร่วมมือและไม่ปฏิบัติตามระหว่างการทำกิจกรรม

4. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน	เกณฑ์
3	ผลงาน / ชิ้นงานเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่มีร่องรอยของความสกปรก
2	ผลงาน / ชิ้นงานเป็นระเบียบเรียบร้อยบางส่วนมีร่องรอยของความสกปรก
1	ผลงาน / ชิ้นงานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยมีร่องรอยของความสกปรก

5. ความสำเร็จของชิ้นงาน / ผลงาน

คะแนน	เกณฑ์
3	ส่งชิ้นงาน / ผลงาน ตรงตามเวลาที่กำหนด
2	ส่งชิ้นงาน / ผลงาน ล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด
1	ไม่ส่งชิ้นงาน / ผลงาน

4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคลที่ผู้รายงานสร้างขึ้น จำนวน 5 ข้อ ไปให้คณะผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล โดยเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษา ซึ่งมีเกณฑ์การกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 246-248)

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน สามารถวัดพฤติกรรมผู้เรียนได้จริง

0 เมื่อไม่แน่ใจหรือตัดสินใจไม่ได้ว่าแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน สามารถวัดพฤติกรรมผู้เรียนได้จริง

- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน ไม่สามารถวัดพฤติกรรมผู้เรียนได้จริง

4.4 นำผลการพิจารณาของคณะผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์คะแนนกับแบบสังเกตพฤติกรรม โดยใช้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินสลิและแฮมเบลตัน

4.5 คัดเลือกแบบสังเกตพฤติกรรมข้อที่มีค่า $IOC \geq 0.6$ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข) ปรากฏว่าได้แบบสังเกตพฤติกรรมที่ผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 5 ข้อใหญ่ 15 ข้อย่อย ที่เหมาะสม

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคลไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้

4.7 วิเคราะห์หาค่าสถิติของคะแนนวัดพฤติกรรมของผู้เรียน โดยหาค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

4.8 ผู้รายงานนำข้อมูลที่ได้มาแปลความหมายโดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมที่แสดงออกต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.34 – 3.00 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้เหมาะสมดี

1.67 – 2.33 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

1.00 – 1.66 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสม

(วิเชียร เกตุสิงห์. 2538)

5. แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ และวิธีสร้างแบบวัดเจตคติ

5.2 สร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามโดยใช้รูปแบบของลิเกิร์ตสเกล (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2542, หน้า 95) คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	แทนระดับ	5	คะแนน
เห็นด้วย	แทนระดับ	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	แทนระดับ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	แทนระดับ	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	แทนระดับ	1	คะแนน

5.3 นำแบบวัดเจตคติที่ผู้รายงานสร้างขึ้น จำนวน 25 ข้อ ไปให้คณะผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติ โดยเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษา ซึ่งมีเกณฑ์การกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 246–248)

- + 1 ถ้าเห็นด้วยกับแบบวัดเจตคติสำหรับผู้เรียนว่ามีความเหมาะสมตามเกณฑ์
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดเจตคติสำหรับผู้เรียนมีความเหมาะสมตามเกณฑ์
- 1 ถ้าไม่เห็นด้วยกับแบบวัดเจตคติสำหรับผู้เรียนว่ามีความเหมาะสมตามเกณฑ์

5.4 นำผลการพิจารณาของคณะผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับแบบวัดเจตคติ โดยใช้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของ ไรวินสลิ และแฮมเบลตัน

5.5 คัดเลือกแบบวัดเจตคติข้อที่มีค่า $IOC \geq 0.6$ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ต) ปรากฏว่าได้แบบวัดเจตคติที่ผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 20 ข้อ

5.6 นำแบบวัดเจตคติที่คัดเลือกได้ไปใช้กับผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่เคยเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาแล้ว จำนวน 45 คน จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบัทซ์ ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555, หน้า 254-262) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.817 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ถ)

5.7 นำแบบวัดเจตคติที่คัดเลือกได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.8 ผู้รายงานนำข้อมูลที่ได้มาแปลความหมายโดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในระดับน้อยที่สุด

(วิเชียร เกตุสิงห์, 2538, หน้า 10)

แบบแผนและวิธีดำเนินการพัฒนา

แบบแผนการทดลอง

ในการพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานได้ใช้แบบแผนการทดลอง ที่ชื่อว่า One Group Pretest - Posttest Design (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2553, หน้า 287) แบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการเรียน มีลักษณะแผนภาพการทดลอง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง					
	สอบก่อน	ชุดฝึกทักษะ	สอบหลัง	B	A
	T ₁	X	T ₂		

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลองในการพัฒนา มีดังนี้

T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
X	แทน	การเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
B	แทน	การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
A	แทน	การวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

วิธีดำเนินการพัฒนา

การพัฒนาครั้งนี้ ผู้รายงานดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง วันที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ถึง วันที่ 20 เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นทดลอง 1 : 1

นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1, 3/3, และ 3/8 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกแบบเจาะจง คือ เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 1 คน เรียนอ่อน 1 คน รวมจำนวน 3 คน ใช้คู่กับคู่มือครูในการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้รายงานสร้างขึ้น เพื่อจะนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น โดยผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ความชัดเจนของภาษาที่ใช้และคำสั่งต่างๆ เนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาและผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ตามกำหนดเฉพาะเล่มที่ 1 ถึงเล่มที่ 3 ส่วนในเล่มที่ 4 – 10 ผู้รายงานได้ปรับจำนวนข้อของแบบฝึกทักษะ ความยากง่ายของแบบฝึกทักษะและภาษาให้กระชับมากขึ้นให้เข้าใจได้ง่าย สามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ทันตามเวลาที่กำหนด

2. ขั้นทดลอง 1 : 10

นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1, 3/3, และ 3/8 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช้กลุ่มทดลอง 1 : 1 โดยเลือกแบบเจาะจง คือ เรียนเก่ง 3 คน เรียนปานกลาง 3 คน เรียนอ่อน 3 คน รวมจำนวน 9 คน ใช้คู่กับคู่มือครูในการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้รายงานสร้างขึ้น เพื่อจะนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น โดยผลการทดลองพบว่า เนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ทันเวลา ผู้รายงานได้เพิ่มเติมรูปภาพที่มีสีสันสวยงาม ใช้รูปภาพอธิบายแทนคำพูด ได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น และใช้รูปภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันให้ผู้เรียนรู้จักมาใช้ประกอบการคำนวณมากขึ้น

3. ขั้นทดลอง 1 : 100

นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการเช่นเดียวกันกับการทดลองสอนกับกลุ่มทดลอง 1 : 10 ใช้คู่กับคู่มือครูในการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้รายงานสร้างขึ้น เพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ยังมีข้อบกพร่องหรือไม่ โดยผลการทดลองพบว่า เนื้อหาและกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ผู้เรียนสามารถทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ตามกำหนด และผู้เรียนมีความสนุกสนานและชอบทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีเนื้อหาและรูปภาพสีสันสวยงาม ตัวหนังสืออ่านง่ายและน่าสนใจ อีกทั้งยังมีรายละเอียดการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้รายงานได้สร้างเฉลยแบบแสดงวิธีทำไว้ด้วยเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาถึงข้อผิดพลาดของตนเองต่อไป

4. ชี้นำไปใช้จริง

เมื่อทดลองพบว่าชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพแล้ว ผู้รายงานจึงได้นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงสำหรับนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวนผู้เรียน 45 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ต่อไป โดยดำเนินการดังนี้

4.1 ในช่วงที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที ตรวจและบันทึกคะแนนไว้

4.2 ดำเนินการทดลอง แจ้งให้ผู้เรียนทราบเนื้อหา วิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครู และทำกิจกรรมการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และบันทึกคะแนนต่าง ๆ ตามเครื่องมือที่ผู้รายงานได้สร้างขึ้น โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ตั้งแต่วันที่ 11 มิถุนายน 2556 ถึงวันที่ 19 กรกฎาคม 2556 รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง หรือ 6 สัปดาห์

4.3 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 10 แผนการจัดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รายงานทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post – test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ฉบับเดิม ตรวจและบันทึกคะแนนไว้ จากนั้นจึงนำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) และหลังเรียน (Post – test) มาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยหาค่า t

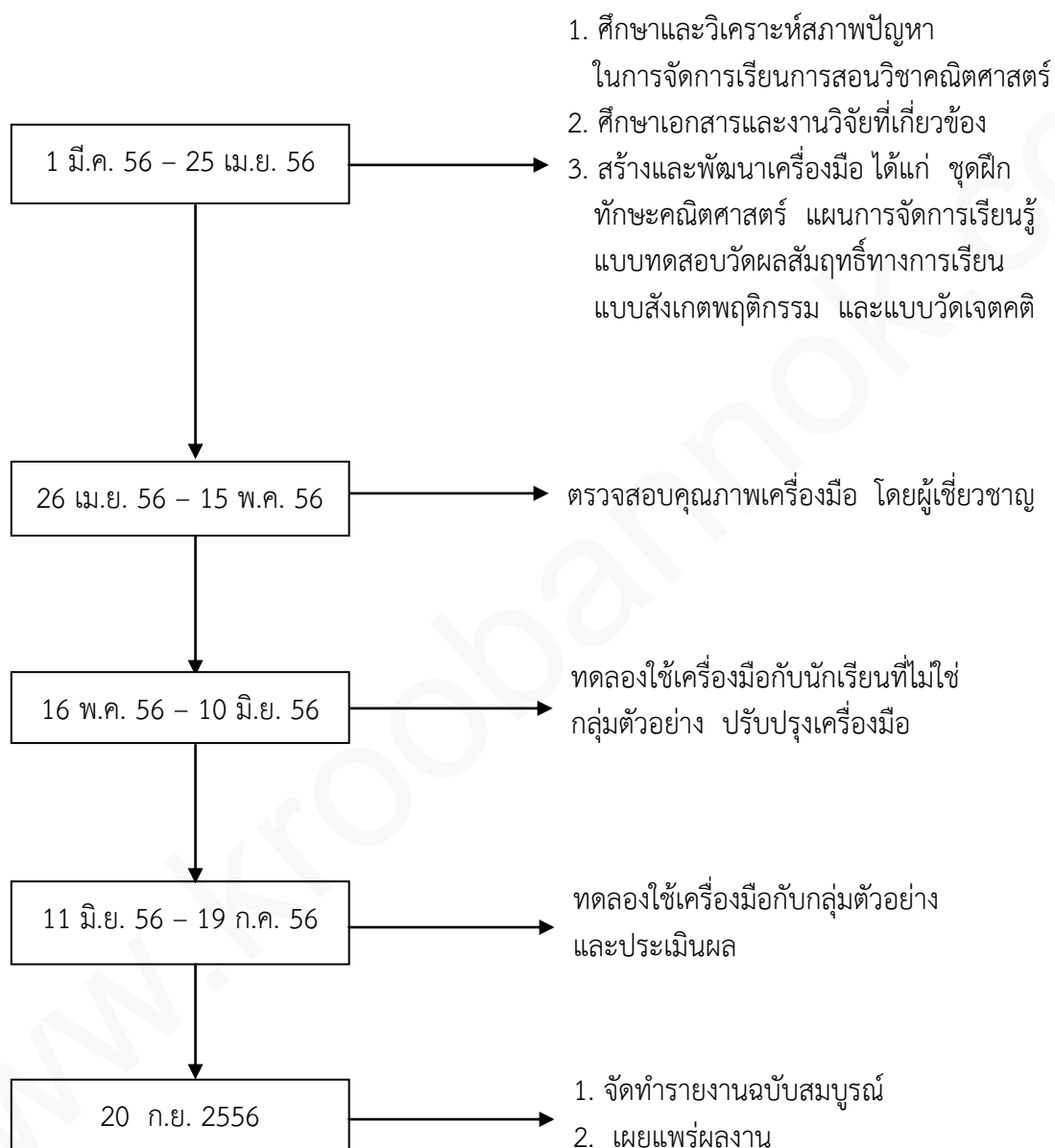
4.4 รวบรวมคะแนนระหว่างเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์แต่ละเล่ม คะแนนแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน คะแนนแบบฝึกทักษะหลังเรียน เพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

4.5 ในการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ให้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนทั้ง 18 ชั่วโมง พร้อมทั้งจัดเก็บคะแนนตามแบบสังเกตพฤติกรรมตามที่ผู้รายงานได้สร้างขึ้น จากนั้นจึงนำไปหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายของพฤติกรรมระหว่างเรียน

4.6 หลังเรียนชั่วโมงที่ 18 นำแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติของผู้เรียนมาให้ผู้เรียนตอบเพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จากนั้นจึงนำไปหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายเจตคติของผู้เรียน

ระยะเวลาดำเนินการ

ผู้รายงานดำเนินการตามระยะเวลา ดังนี้



ภาพที่ 10 แสดงระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 75/75
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้รายงานวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม SPSS 20.0 (Paired – Samples T – Test)
3. ศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการแปลความหมายของข้อมูล
4. ศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้รายงานทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555) โดยวิเคราะห์หาค่าสถิติตามลำดับดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบประเมินเครื่องมือในการพัฒนาของผู้เชี่ยวชาญ
2. หาค่าความยาก อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) และคะแนนการทดสอบหลังเรียน (Post – test) โดยใช้ Paired – Samples T – Test
5. หาค่าเฉลี่ยระดับคะแนนพฤติกรรมของผู้เรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและการแปลความหมายของข้อมูล
6. หาค่าเฉลี่ยระดับคะแนนเจตคติของผู้เรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและการแปลความหมายของข้อมูล

สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics)

$$\text{ค่าเฉลี่ย } (\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 73-79)

สถิติอ้างอิง (Inferential Statistics)

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ทดสอบค่าที่แบบไม่อิสระต่อกัน Paired – Samples T – Test โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248 – 249)

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

โดยที่	IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมของการพิจารณาของคณะผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบ (P) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555) สูตร

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

โดยที่	P	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3. ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555) สูตร

$$r = \frac{H - L}{\frac{n}{2}}$$

โดยที่	r	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

4. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบัทซ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555)

5. การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเท่ากับ E_1 / E_2 โดยที่

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{n} \right)}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{n} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ หาได้จากค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะย่อย
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาได้จากค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกทักษะย่อย

$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน
n	แทน	จำนวนผู้เรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนในชุดฝึกทักษะ คณิตศาสตร์

(เสาวนีย์ สิกขบัณฑิต, 2538, หน้า 295)

6. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติต่อการเรียน ใช้
วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบัทซ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (ประกายรัตน์
สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน, 2555)

บทที่ 4

ผลการดำเนินการพัฒนา

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้รายงานนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและการเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ผู้รายงานได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	คะแนนรวม
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้รายงานได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของลำดับชั้นตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้รายงานได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลปรากฏดังตารางที่ 4 - 8

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เล่ม 1 – 10 จากการทดลอง 1 : 1 จำแนกตามเล่ม

ชุดฝึก	คะแนนย่อยแบบฝึกทักษะ				คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนชุดฝึก				ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็นร้อยละ	
เล่ม 1	40	33.33	7.64	83.33	10	8.67	1.53	86.67	83.33/86.67
เล่ม 2	182	144.00	21.63	79.12	10	8.00	1.73	80.00	79.12/80.00
เล่ม 3	170	133.33	30.55	78.43	10	7.67	1.53	76.67	78.43/76.67
เล่ม 4	80	48.33	17.56	60.42	10	7.00	1.00	70.00	60.42/70.00
เล่ม 5	70	43.33	20.21	61.90	10	8.00	1.00	80.00	61.90/80.00
เล่ม 6	130	96.67	15.28	74.36	10	7.00	1.00	70.00	74.36/70.00
เล่ม 7	130	86.67	35.12	66.67	10	7.00	1.00	70.00	66.67/70.00
เล่ม 8	130	93.33	30.55	71.79	10	7.67	1.15	76.67	71.79/76.67
เล่ม 9	130	66.67	30.55	51.28	10	6.33	1.53	63.33	51.28/63.33
เล่ม 10	130	86.67	41.63	66.67	10	6.67	1.53	66.67	66.67/66.67
รวม	1192	83.53	25.07	69.40	100	7.40	1.30	74.00	69.40/74.00

จากตารางที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลองแบบ 1 : 1 เมื่อหาประสิทธิภาพโดยรวมทั้ง 10 เล่ม มีเล่มที่ 1 – 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แต่เล่มที่ 4 – 10 ประสิทธิภาพยังไม่สอดคล้องตามเกณฑ์ 75/75 ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะ
ย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในชุดฝึกทักษะ
คณิตศาสตร์ เล่ม 1 – 10 จากการทดลอง 1 : 10 จำแนกตามเล่ม

ชุดฝึก	คะแนนย่อยแบบฝึกทักษะ				คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนชุดฝึก				ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	
เล่ม 1	40	37.56	3.54	93.89	10	9.11	1.05	91.11	93.89/91.11
เล่ม 2	182	157.22	24.38	86.39	10	8.56	1.24	85.56	86.39/85.56
เล่ม 3	170	143.89	19.17	84.64	10	8.11	1.45	81.11	84.64/81.11
เล่ม 4	80	61.11	13.64	76.39	10	7.89	1.45	78.89	76.39/78.89
เล่ม 5	70	53.89	13.41	76.98	10	7.78	0.67	77.78	76.98/77.78
เล่ม 6	130	107.78	11.21	82.91	10	7.78	1.48	77.78	82.91/77.78
เล่ม 7	130	101.11	17.81	77.78	10	7.67	1.58	76.67	77.78/76.67
เล่ม 8	130	104.44	18.95	80.34	10	7.78	1.30	77.78	80.34/77.78
เล่ม 9	130	99.44	21.71	76.50	10	7.67	1.22	76.67	76.50/76.67
เล่ม 10	130	103.33	11.99	79.49	10	7.56	0.73	75.56	79.49/75.56
รวม	1192	96.98	15.58	81.53	100	7.99	1.22	79.89	81.53/79.89

จากตารางที่ 5 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลองแบบ 1 : 10 ทุกเล่ม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อหาประสิทธิภาพโดยรวมทั้ง 10 เล่ม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.53/79.89

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะ
ย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในชุดฝึกทักษะ
คณิตศาสตร์ เล่ม 1 – 10 จากการทดลอง 1 : 100 จำแนกตามเล่ม

ชุดฝึก	คะแนนย่อยแบบฝึกทักษะ				คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนชุดฝึก				ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	
เล่ม 1	40	32.67	14.26	81.67	10	8.09	4.95	80.89	81.67/80.89
เล่ม 2	182	143.33	82.09	78.65	10	7.62	5.25	76.22	78.65/76.22
เล่ม 3	170	130.44	82.48	76.73	10	7.78	3.94	77.78	76.73/77.78
เล่ม 4	80	61.44	40.30	76.81	10	7.67	4.60	76.67	76.81/76.67
เล่ม 5	70	53.11	38.77	75.87	10	7.80	4.67	78.00	75.87/78.00
เล่ม 6	130	100.78	58.03	77.52	10	7.64	5.08	76.44	77.52/76.44
เล่ม 7	130	99.44	65.30	76.50	10	7.58	2.92	75.78	76.50/75.78
เล่ม 8	130	100.22	63.83	77.09	10	7.67	2.98	76.67	77.09/76.67
เล่ม 9	130	98.33	55.52	75.64	10	7.84	2.79	78.44	75.64/78.44
เล่ม 10	130	97.78	77.56	75.21	10	7.56	4.76	75.56	75.21/75.56
รวม	1192	91.76	57.81	77.18	100	7.72	4.19	77.25	77.18/77.25

จากตารางที่ 6 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและ
ปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลองแบบ 1 : 100 ทุกเล่ม มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่
กำหนด และเมื่อหาประสิทธิภาพโดยรวมทั้ง 10 เล่ม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.18/77.25

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะ
ย่อยในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในชุดฝึกทักษะ
คณิตศาสตร์ เล่ม 1 – 10 จากการนำไปใช้จริงกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 45 คน
ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัด สพม. เขต 18

ชุดฝึก	คะแนนย่อยแบบฝึกทักษะ				คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนชุดฝึก				ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	
เล่ม 1	40	32.91	21.79	82.28	10	8.56	5.70	85.56	82.28/85.56
เล่ม 2	182	142.02	111.72	80.78	10	8.00	4.76	80.00	80.78/80.00
เล่ม 3	170	145.89	79.50	85.82	10	7.80	4.82	78.00	85.82/78.00
เล่ม 4	80	62.56	46.89	78.19	10	7.73	4.76	77.33	78.19/77.33
เล่ม 5	70	54.11	42.41	77.30	10	7.67	4.33	76.67	77.30/76.67
เล่ม 6	130	103.44	74.29	79.57	10	7.62	4.86	76.22	79.57/76.22
เล่ม 7	130	99.89	83.48	76.84	10	7.78	4.31	77.78	76.84/77.78
เล่ม 8	130	99.33	64.75	76.41	10	7.84	5.24	78.44	76.41/78.44
เล่ม 9	130	98.33	72.64	75.64	10	7.60	4.89	76.00	75.64/76.00
เล่ม 10	130	99.11	57.93	76.24	10	7.62	4.61	76.22	76.24/76.22
รวม	1192	94.26	65.54	78.91	100	7.82	4.83	78.22	78.91/78.22

จากตารางที่ 7 เมื่อนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ไปใช้จริงกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 พบว่า มีประสิทธิภาพตาม
เกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อหาประสิทธิภาพโดยรวมทั้ง 10 เล่ม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.91/78.22

ตารางที่ 8 แสดงประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลอง 1 : 1 , 1 : 10 , 1 : 100 และจากการนำไปใช้จริง จำแนกตามเล่ม

ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์	ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2)			
	1 : 1	1 : 10	1 : 100	นำไปใช้จริง
เล่มที่ 1	83.33/86.67	93.89/91.11	81.67/80.89	82.28/85.56
เล่มที่ 2	79.12/80.00	86.39/85.56	78.65/76.22	80.78/80.00
เล่มที่ 3	78.43/76.67	84.64/81.11	76.73/77.78	85.82/78.00
เล่มที่ 4	60.42/70.00	76.39/78.89	76.81/76.67	78.19/77.33
เล่มที่ 5	61.90/80.00	76.98/77.78	75.87/78.00	77.30/76.67
เล่มที่ 6	74.36/70.00	82.91/77.78	77.52/76.44	79.57/76.22
เล่มที่ 7	66.67/70.00	77.78/76.67	76.50/75.78	76.84/77.78
เล่มที่ 8	71.79/76.67	80.34/77.78	77.09/76.67	76.41/78.44
เล่มที่ 9	51.28/63.33	76.50/76.67	75.64/78.44	75.64/76.00
เล่มที่ 10	66.67/66.67	79.49/75.56	75.21/75.56	76.24/76.22
รวมเฉลี่ย	69.40/74.00	81.53/79.89	77.18/77.25	78.91/78.22

จากตารางที่ 8 เมื่อนำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ไปใช้จริงกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 พบว่า ประสิทธิภาพจากการทำแบบฝึกทักษะย่อยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร (E_1) มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.91 และประสิทธิภาพจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร (E_2) มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.22 เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วทำให้ได้ว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าเท่ากับ 78.91/78.22 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้รายงานได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 before	12.71	45	3.647	.544
after	20.93	45	4.114	.613

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 before - after	-8.222	3.444	.513	-9.257	-7.188	-16.017	44	.000

จากตารางที่ 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยค่าสถิติ t - test จากโปรแกรม SPSS 20.0 พบว่าค่า t คือ -16.017 , df = 44 และ Sig = 0.000 (2-tailed) แต่การทดสอบสมมติฐานครั้งนี้เป็นการทดสอบทางเดียว ดังนั้น ค่าSig = 0.000/2 = 0.000 (1-tailed) ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งหมายความว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ผู้รายงานได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลปรากฏดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสถิติของคะแนนวัดพฤติกรรม ระหว่างเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนที่	เรื่อง	ร้อยละผ่านเกณฑ์	ระหว่างเรียน		แปลความหมาย
			คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยของพฤติกรรม	
1	รูปเรขาคณิตสามมิติและปริซึม	91.11	11.36	2.27	ปานกลาง
2	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของปริซึม	88.89	12.39	2.48	เหมาะสมดี
3	ปริมาตรของปริซึม	95.56	13.02	2.60	เหมาะสมดี
4	พื้นที่ผิวและพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก	86.67	12.53	2.51	เหมาะสมดี
5	ปริมาตรของทรงกระบอก	82.22	12.64	2.53	เหมาะสมดี
6	พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	91.11	13.27	2.65	เหมาะสมดี
7	พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	84.44	11.46	2.29	ปานกลาง
8	พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	84.44	11.10	2.22	ปานกลาง
9	การเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร	84.44	10.99	2.20	ปานกลาง
10	การแก้โจทย์ปัญหาพื้นที่ผิวและปริมาตร	75.56	10.74	2.15	ปานกลาง
รวมเฉลี่ย		86.44	11.95	2.39	เหมาะสมดี

จากตารางที่ 10 พบว่าพฤติกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีผู้เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 86.44 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.95 ค่าเฉลี่ยของพฤติกรรม 2.39 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมระหว่างเรียนเหมาะสมดี เมื่อเรียนด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ผู้รายงานได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลปรากฏดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสถิติ ของ คะแนน การวัด เจตคติ ของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	รายการประเมิน	เจตคติ		ระดับ เจตคติ
		\bar{X}	S.D.	
1	ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ มีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม ชัดเจน	3.96	0.64	มาก
2	รูปแบบมีความสะดวกในการนำไปใช้	4.09	0.67	มาก
3	ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสดูหาความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.04	0.60	มาก
4	เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างจากชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ แล้วนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้	3.91	0.63	มาก
5	กิจกรรมที่จัดให้เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	4.02	0.72	มาก
6	นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขมากขึ้น	3.80	0.76	มาก
7	เมื่ออ่านชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนชอบอ่านหนังสือมากขึ้น	3.53	0.69	มาก
8	เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว นักเรียนมีทักษะในเรื่องการแก้ปัญหาพื้นที่ผิวและปริมาตร	3.93	0.72	มาก
9	ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ มีเรื่องราวที่น่าสนใจติดตามและอ่านแล้วเพลิดเพลิน	3.69	0.73	มาก
10	กิจกรรมที่จัดให้เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาหาความรู้	4.00	0.77	มาก
11	ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ มีการสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรทุกแผนการจัดการเรียนรู้	4.00	0.71	มาก
12	ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถทำการบ้านได้ด้วยตนเอง	3.96	0.74	มาก

ตารางที่ 11 ค่าสถิติ ของคะแนน การวัด เจตคติ ของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ ชุดฝึกทักษะ คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	เจตคติ		ระดับ เจตคติ
		\bar{X}	S.D.	
13	ภาษาที่ใช้ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เข้าใจได้ ง่ายและชักชวนให้น่าศึกษา	3.91	0.82	มาก
14	การที่ครูมอบหมายงานให้ทำโดยใช้ชุดฝึกทักษะ คณิตศาสตร์ นั้น เป็นเรื่องเกินความจำเป็น	2.76	1.25	ปานกลาง
15	การทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	3.91	0.60	มาก
16	ถ้ามีเวลาว่างเป็นอิสระจากภารกิจต่างๆ มากกว่า นี้ นักเรียนจะเอาเวลาว่างเหล่านั้นไปใช้ศึกษาหา ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม GSP	3.67	0.74	มาก
17	นักเรียนรู้สึกเป็นกังวลเมื่อครูมอบหมายให้ทำ ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ส่ง	2.51	1.18	ปานกลาง
18	การเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ นักเรียนคุ้นเคยและสามารถเรียนรู้ได้อย่างมี ความสุข	3.67	0.77	มาก
19	นักเรียนมักหาโอกาสศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม GSP อยู่เสมอ	3.58	0.92	มาก
20	การใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอน ช่วยให้ ได้รับความรู้และเกิดทักษะได้รวดเร็วขึ้น	3.76	0.88	มาก
รวมเฉลี่ย		3.74	0.78	มาก

จากตารางที่ 11 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดเจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เท่ากับ 3.74 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.78 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

การรายงานครั้งนี้ เป็นการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปขั้นตอนและผลการพัฒนาได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการพัฒนา
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการพัฒนา

1. เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
4. เพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 373 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 45 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling (เลือกวิธีการจับสลากจากห้อง 3/1 – 3/9 ซึ่งใช้วิธีการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยศึกษาเป็นรายบุคคล

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนามี 5 ประเภท คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ประพจน์ ปฏิบัติต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
5. แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 75/75
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้รายงานวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม SPSS 20.0 (Paired – Samples T – Test)
3. ศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการแปลความหมายของข้อมูล
4. ศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปผล

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลจากการนำไปใช้จริงกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ปรากฏผลดังนี้

1. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.91/78.22
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05.
3. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีพฤติกรรมการเรียนรู้ ระหว่างเรียนที่ค่าเฉลี่ย 2.39 อยู่ในระดับเหมาะสมดี
4. เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ย 3.74 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

ผู้รายงาน ได้ดำเนินการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง และแปลความหมาย โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

1. ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างและพัฒนา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.91/78.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เพราะผู้รายงานได้สร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ตามหลักการสร้างชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ของ นวณภา บรรพตานิ (2553, หน้า 7) โดยเริ่มตั้งแต่ผู้รายงานศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ของการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา และจำนวนชั่วโมงในการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาจากคำอธิบายรายวิชา และจุดประสงค์รายวิชา วิเคราะห์เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ รวมถึงศึกษารูปแบบการทำงานของวังจันทร์โมเดล เพื่อนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนการสอน ออกแบบกรอบเนื้อหา แบ่งเนื้อหาเป็นกรอบย่อยจากเนื้อหาง่ายไปสู่เนื้อหายาก สร้างสื่อฝึกทักษะและองค์ความรู้โดยใช้โปรแกรม GSP (Geometer's Sketchpad) ประกอบ เพราะสามารถเลื่อน หมุน ยืด หด พลิกได้ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาเชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ออกแบบกรอบคำถามเพื่อถามคำถามทบทวนเนื้อหาใส่ ภาพประกอบ เป็นภาพสี

ภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิก เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน และนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยามาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์), 2555, หน้า 9) ด้วย เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาให้ได้ด้วยตนเอง การเขียนอธิบายแสดงวิธีการแก้ปัญหาย่อยเป็นขั้นตอน การนำเสนอชิ้นงานที่มีคุณภาพ

นอกจากนี้ก่อน นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ไปใช้จริง ผู้รายงานได้นำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนรายบุคคล (1:1) ได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 69.40/74.00 ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์จึงได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย (1:10) ได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 81.53/79.89 ซึ่งชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ จึงได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ (1:100) ได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 77.18/77.25 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงได้จัดทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ไปใช้สอนจริงกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ได้ 78.91/78.22 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของนวนลภา บรรพตานิ (2553, หน้า บทคัดย่อ) ได้วิจัย ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.5/78.2 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75 / 75 สอดคล้องกับงานวิจัยของวีรศักดิ์ บุญประจักษ์ (2554, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดฝึกทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง ผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้ศึกษาได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.87 / 81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75 / 75 สอดคล้องกับงานวิจัยของจงจิตต์ สมสวย (2554, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแจกแจงปกติ ผลการศึกษาสรุปได้ว่าชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการแจกแจงปกติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.68/80.65 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลอเรีย (ทิตติยา ฤทธิ์โต, 2553. อ้างอิงใน Lawrey,1978, p.817-A) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะกับนักเรียนระดับ1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าคะแนนก่อนทำแบบฝึกและนักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากฝึกทักษะแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 89.8 นั่นคือ แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05. เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากข้อดีของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการหาคุณภาพอย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบได้ทุกขั้นตอน

2.2 กิจกรรมต่างๆ ที่จัดไว้ในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับพัฒนาการทางด้านทักษะของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษา จดจำตัวอย่างการแก้ปัญหา เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วและเรียนได้อย่างเป็นระบบ

2.3 กิจกรรมในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ผู้เรียนได้ศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ทราบถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ จนทำให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายของการเรียน อีกทั้งในการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาความรู้ได้จากตัวอย่าง ค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันไป โดยเริ่มจากการศึกษาเนื้อหาจากเนื้อหาว่างไปสู่การระหว่างศึกษาเนื้อหาผู้เรียนก็ได้ฝึกทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งในแต่ละชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์นั้น จะมีเฉลยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบคำตอบทั้งเฉลยแบบแสดงวิธีทำด้วย ยิ่งเพิ่มความละเอียดในการชี้แนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้ทราบการพัฒนาของตนเองว่ามีการพัฒนาด้านการเรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของนวนภา บรรพตาทิ (2553, หน้า บทคัดย่อ) ได้วิจัย ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ขนาภา หมั่นวงศ์ และคณะ (2549) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของวีรศักดิ์ บุญประจักษ์ (2554, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดฝึกทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของกานดา ศิริเมือง (2555, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนและก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกย์ และกาแลกเจอร์ (เปตา กิงซิงค์, 2545. หน้า 23 อ้างอิงใน Gay and Gallagher. 1976, pp. 56 – 67) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสอนโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงเวลาการเรียนวิชานั้นๆ กับการสอนโดยมีการทดสอบย่อยระหว่างการเรียนการสอนในเรื่องเดียวกัน ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยมีการทดสอบย่อย ขณะเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญ

3. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนที่ค่าเฉลี่ย 2.39 อยู่ในระดับเหมาะสมดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่สร้างและพัฒนาขึ้นนั้น มีความน่าสนใจ เนื่องจากมีการใช้โปรแกรม SP มาใช้ประกอบการสร้างรูปภาพทำให้มีสีสันสวยงาม พลิก หมุน ยืด และเคลื่อนไหวได้ ผู้เรียนมองภาพของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม ออกและแยกแยะส่วนประกอบของภาพได้ และในชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อรับทราบความพร้อมขั้นต้นของตนเองว่าตนเองผ่านเกณฑ์หรือไม่ รับทราบว่าเรื่องที่จะเรียนรู้นั้นมีความยากง่ายเพียงใด ต้องเพิ่มความใส่ใจ ต้องใฝ่รู้เพียงใด จึงจะสามารถทำให้ตนเองทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผ่านเกณฑ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากการผู้เรียนต้องลงมือแก้ปัญหา ค้นหา คำตอบ แสดงวิธีคิดวิธีทำด้วยตนเองถึงจะทำให้ผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในแต่ละชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการผ่านเกณฑ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยส่งผลทำให้ผู้เรียนต้องปรับพฤติกรรมการเรียนของตนเองในเรื่องการวางแผน การปฏิบัติตามชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรม ความมีระเบียบวินัย ความสำเร็จของชิ้นงาน เพราะเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละเล่มของชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ผู้รายงานจะติดตามผลการสอนโดยการบันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นเมื่อผู้เรียนคนใดมีพฤติกรรมที่ไม่ดีไม่สนใจก็จะทราบได้ทันทีจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์ (2550, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มี 5 ปัจจัยโดยเรียงลำดับจากปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุดไปหาปัจจัยที่ส่งผลน้อยที่สุด ได้แก่ ทักษะคิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพทางการเรียนคณิตศาสตร์ บุคลิกภาพ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของสมิตตรา เจริมพันธ์ (2545, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาจิตลักษณะและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย ประการแรก พบว่า ปัจจัยด้านจิตลักษณะเดิมสามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน ประการที่สอง พบว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์ในการเรียน สามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน ประการที่สาม พบว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์ในการเรียนร่วมกับจิตลักษณะ สามารถทำนายพฤติกรรมการเตรียมตัวก่อนเรียน พฤติกรรมขณะเรียนในชั้นเรียนและพฤติกรรมหลังเรียน โดยมีตัวทำนายที่สำคัญ คือ ทักษะที่ดีต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มุ่งอนาคตควบคุมตนและการได้รับการสนับสนุนในการเรียนคณิตศาสตร์จากผู้ปกครอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีจำนวนพี่น้องมากๆ และประการที่สี่ นักเรียนที่มีจิตลักษณะ ประสบการณ์ในการเรียนพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในปริมาณต่ำมักเป็นนักเรียนชาย และสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพนธ์ สิ้นพูน (2545, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมุกดาหาร ผลการวิจัยปรากฏว่า ความถนัดทางการเรียน 7 ด้าน ได้แก่ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านการรับรู้ และความถนัดด้านการใช้คำ ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ย 3.74 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่ดีมาก่อน อาจเกิดจากการที่มีพื้นฐานที่ไม่ดีเพราะไม่เข้าใจและไม่มีความรู้เดิมมาก่อน ทำให้ไม่เคยเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความสนุกสนาน มีทัศนคติที่แย่ คิดว่าคณิตศาสตร์นั้นยากและไม่สามารถที่จะทำให้ตนเองเข้าใจและเรียนรู้ได้ บางเรื่องของคณิตศาสตร์ผู้เรียนก็มองไม่เห็นคุณค่าว่าเรียนไปแล้วมันเกี่ยวข้องและมีประโยชน์อย่างไรในชีวิตประจำวัน แต่เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบใหม่ซึ่งต่างจากการเรียนแบบเดิมที่เคยเรียนมาด้วยการจดการฟังคำอธิบายจากครูบนกระดานอย่างเดียวนั้น การเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ผู้รายงานสร้างและพัฒนาขึ้นนั้น ได้ส่งผลต่อการปรับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ ศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างได้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะในการคิด การปฏิบัติด้วยตนเอง การเรียนจากชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ก็เกิดความสุข เพลิดเพลิน เนื่องจากมีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าหาคำตอบอย่างไร ในตัวอย่างก็เป็นการยกตัวอย่างจากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ผู้เรียนได้เห็นและรับทราบ ได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติเอง หากไม่เข้าใจและทำไม่ได้ในบางครั้ง ก็มีการเฉลยวิธีคิดวิธีทำโดยละเอียดประกอบเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อข้องใจด้วยตนเองก่อน หรือหากไม่เข้าใจจริงๆ ครูผู้สอนก็คอยให้คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางเพิ่มเติมอีกทางหนึ่ง เมื่อรู้สึกว่าได้เรียนรู้แบบเป็นอิสระ ผู้เรียนก็มีความรู้สึกว่ายากแล้วสบายใจ ไม่เครียด หรือไม่รู้สึกว่าโดนบังคับก็จะทำให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะฝึกทำ พยายามจนสำเร็จในการเรียน มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชญา นรินทร์ และคณะ (2556, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาปรากฏว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงของกลุ่มทดลองหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพนธ์ สิ้นพูน (2545, หน้าบทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมุกดาหาร ผลการวิจัยปรากฏว่า ความถนัดทางการเรียน 7 ด้าน ได้แก่ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านการรับรู้ และความถนัดด้านการใช้คำ ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติ

ต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรจัดทำเอกสารให้เรียบร้อย ชี้แจงขั้นตอนการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนเข้าใจ มีข้อตกลงกับผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะด้านคณิตศาสตร์ว่า ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามอย่างไรบ้าง ดูแลอย่างใกล้ชิดในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม เพราะนอกจากผู้เรียนจะได้รับความรู้แล้ว ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทางด้านจิตใจด้วยและควรเสริมแรงและการกระตุ้นด้วยคำชมหรือรางวัล

1.3 ครูผู้สอนส่งเสริมจินตนาการทางการเรียนรู้ การปลูกฝังจิตสำนึกที่เน้นให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาและพัฒนาครั้งต่อไป

2.1 การเลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ฝึกผู้เรียน ควรคำนึงถึงเรื่องใกล้ตัว เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง น่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากศึกษา มีความอยากง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยควรเริ่มจากเนื้อหาที่ง่าย ๆ ไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นไปตามลำดับ

2.2 ควรมีการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยด้วย เพื่อจะได้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่นอนกว่าแบบทดสอบแบบปรนัย

2.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดทำชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ถ้าใช้เวลามากเกินไปผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่าย แต่ถ้าใช้เวลาน้อยเกินไปอาจจะไม่ทำให้เกิดการพัฒนา ควรพิจารณาความเหมาะสมของเวลาให้สอดคล้องกับการรับรู้ของผู้เรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- _____. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรรณิการ์ พวงเกษม.(2540). **ปัญหาและกลวิธีการสอนภาษาไทยในโรงเรียนประถม**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- กานดา ศิริเมือง. (2555). **รายงานผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : ร้อยเอ็ด**.
- กฤษดา นรินทร์, จารุวรรณ สิงห์ม่วง, ธเนศ โรจน์ศิริพิศาล. (2556). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน 2556. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2556. แหล่งที่มา [http : // www.tci-thaijo.org](http://www.tci-thaijo.org).
- คำตา นัดกล้า. (2547). **การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และแบบฝึกทักษะ เรื่องเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระ** กศม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาสารคาม
- จันทะวิชัย แหวนพระจัน. (2553). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระบบ 11+3 สายคณิตศาสตร์ ปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT**. ปริญญานิพนธ์ กศม.(การพัฒนาครูศึกษา). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จงจิตต์ สมสวย. (2554). **รายงานผลการใช้ชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแจกแจงปกติ**. สุรินทร์.
- ฉวีวรรณ กิรติกร. (2545). **การส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณในระดับประถมศึกษา**. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2556. แหล่งที่มา [http : // www.api.ning.com](http://www.api.ning.com).
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2544). **ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ชนาภา หมั่นวงศ์ และคณะ. (2549). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง** กศม. มหาวิทยาลัยนเรศวร : พิษณุโลก.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์.(2532). **ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- ชูสิทธิ์ แจ่มถนอม.(2542). การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกหัดโจทย์คำนวณเคมี เรื่อง สมบัติของก๊าซชั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สารนิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐจินันท์ โอกระโทก, สันนุช ลีประโคน และอรอนงค์ เพชรอรุณสินธุ์. (2552) . การศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ พฤติกรรมและเจตคติทางการเรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะด้านคณิตศาสตร์กับการสอนปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปริญญา กศ.ม. (คณิตศาสตร์). พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เตือนใจ ศรีเนตร.(2544). ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สารนิพนธ์ กศม.(การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตติยา ฤทธิโต. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. โรงเรียนเซนต์หลุยส์ฉะเชิงเทรา. สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2556. แหล่งที่มา [http : // www.kroobannok.com](http://www.kroobannok.com).
- จิตา สุขสถิตย์. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและสัดส่วนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบค้นพบกับวิธีสอนแบบปกติ. ปริญญานิพนธ์ กศม.(หลักสูตรและการสอน). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นวลนภา บรรพตาดิ. (2553). การพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร.
- นิพนธ์ ลินพูน .(2545) . ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมุกดาหาร . วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545).การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7 . กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุรฉัตร ผ่องชมภู. (2552). การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2556. แหล่งที่มา [http : // www.bwc.ac.th](http://www.bwc.ac.th).
- ประกายรัตน์ สุวรรณ และอมรวิทย์ วิเศษสงวน. (2555) . การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วี.พี. (1991) จำกัด.

- ประจวบ ศรีภิลลา.(2554) . ผลการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอนเรื่องกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .
สารนิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ :
กรุงเทพมหานคร.
- ปาริชาติ สุพรรณกลาง. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการอินทิเกรต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย. ปริญญานิพนธ์ กศม.(หลักสูตรและการสอน). ชลบุรี :
บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544) . กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร : กรุงเทพมหานคร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). การบริหารงานวิชาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
_____. (2546) . จิตวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริม
กรุงเทพฯ.
- เปตา กิ่งชัยวงศ์. (2545). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม :
มหาสารคาม.
- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์.(2544) . การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น. ปริญญานิพนธ์.
กศม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร : กรุงเทพมหานคร.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2553). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : มีน
เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543).วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8
กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชญา สิงห์หล้า. (2555). การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง. สืบค้นเมื่อ 18
เมษายน 2556. แหล่งที่มา [http : // www.bwc.ac.th](http://www.bwc.ac.th).
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2550). การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พรชัย จันทไทย. (2545). การเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (STAD) และกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาสารคาม
- เมธาวี อุดมธรรมานภาพ และคณะ.(2548) .พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน .
(พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์. (26-27 มกราคม 2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์. ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (หน้า 4). ชลบุรี : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.

_____. (26-27 มกราคม 2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์. ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (หน้า 8). ชลบุรี : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.

_____. (26-27 มกราคม 2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์. ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (หน้า 9). ชลบุรี : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.

_____. (26-27 มกราคม 2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์. ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (หน้า 11-13). ชลบุรี : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.

_____. (26-27 มกราคม 2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์. ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (หน้า 47). ชลบุรี : โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.

โรงเรียนวังจันทร์วิทยา. (2554). การพัฒนารูปแบบการบริหารหรือการทำงานโดยใช้

WANGCHAN MODEL. ระยอง : กลุ่มแผนงานและนโยบายโรงเรียนวังจันทร์วิทยา.

_____. (2555). แบบบันทึกผลการเรียนประจำรายวิชา ปีการศึกษา 2555.

ระยอง : งานทะเบียนวัดผลโรงเรียนวังจันทร์วิทยา.

ลักขณา สริวัฒน์. (2544).จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538) . เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540) . สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3.

กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.(2542) . การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543) . เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546) . การวิจัยในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). คำเฉลยกับการแปลความหมาย เรื่องง่ายๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้.

ข่าวสารการวิจัยการศึกษา. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2556. แหล่งที่มา

[http : // www.kb.psu.ac.th](http://www.kb.psu.ac.th).

- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ : กรุงเทพมหานคร.
- วิไลวรรณ พุกทอง. (2542) . การสร้างแบบฝึกทักษะโจทย์ปัญหาการคูณการหารจำนวนตัวตั้งที่มีสองหลัก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาสารคาม
- วีรศักดิ์ บุญประจักษ์. (2554). รายงานการพัฒนาชุดฝึกทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง : ชัยภูมิ.
- วรกิต วัดเข้าหลาม. (2542). ชุดการสอน. ขอนแก่น : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรสุดา บุญไวยโรจน์. (2537). เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด.
- ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2542).จิตวิทยาสังคม : ทฤษฎีและปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 5. สกลนคร : คณะครุศาสตร์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิรินุช รัตนประสบ. (2550). การสร้างชุดการสอน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ตามขั้นตอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศม.(หลักสูตรและการสอน). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศิริพงษ์ พยอมแย้ม. (2533). การเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.
- ศิริลักษณ์ ทองบุ. (2539) . การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะที่มีประสิทธิภาพวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา การคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2533). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาสารคาม.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2543) . พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : อักษราพิพัฒน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548) . คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.(2542) . แนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดีจำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545) . หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุกิจ ศรีพรหม. (2541) . ชุดการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วารสารวิชาการ .

- สุคนธา ธรรมพุดธ.(2552). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . ปรินญาณิพนธ์ กศม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์. (2550) .ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี . ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. จิตวิทยาการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร : กรุงเทพมหานคร.
- สุमितตรา เจิมพันธ์.(2545) . จิตลักษณะและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย . วิทยานิพนธ์ปรินญา ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาสังคม, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- เสรี สุขโยธิน. (2555). GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 1 ฉบับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เดอะบุคส์ จำกัด.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคุรุศาสตร์ เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมจิตร กำเหนิดผล. (2546) . ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ คณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ปรินญาณิศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยทักษิณ : สงขลา.
- อังสุมาลิน เพิ่มผล.(2542). การสร้างแบบฝึกทักษะการคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . สารนิพนธ์ กศม.(การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อาภา จันทรสกุล และคณะ.(2535) . การปรับพฤติกรรมทางการศึกษา. ภาควิชาจิตวิทยา การศึกษาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน(ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ : โอเดียร์สโตร.
- อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547) . ผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- Branca, N.A. (1980). “*Problem Solving as a Goal, Process, and Basic Skill.*” In S. Krulik, and R.E. REYS. (Eds.). *Problem Solving in School Mathematics* : 1980 Yearbook. P. 3-8. Reston, Va : NCTM
- Dossey, John A. et al. (2002). *Mathematics Method and Modeling for Today’s Mathematics Classroom*. A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12. Pacific Grove : BROOKS/COLE.

Kennedy, Leonard M. & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. California : Wadsworth Publishing Company.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. New York.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] . (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va : NCTM.

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการรายงาน

1. ดร.สุกิจ โพธิ์ศิริกุล ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนวังจันทร์วิทยา วิทย์ฐานะ ผู้อำนวยการเชี่ยวชาญ โรงเรียนวังจันทร์วิทยา อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
2. ว่าที่ร้อยเอก ดร.อาจันต์ จรุงผล ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองใหญ่ศิริวรราชวิทยาลัย วิทย์ฐานะ ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหนองใหญ่ศิริวรราชวิทยาลัย อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
3. นางวัชรรา จรุงผล ตำแหน่ง ครู วิทย์ฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชลบุรีสุขบพ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
4. นางสาวศศิธร สิงหธรรม ตำแหน่ง ครู วิทย์ฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2
5. นางพรกมล ประเสริฐกุล ตำแหน่ง ครู วิทย์ฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางกะจะ อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1

ประวัติผู้รายงาน

ชื่อ - ชื่อสกุล	อรอนงค์ เพชรอรุณสินธุ์
วัน เดือน ปี เกิด	16 กรกฎาคม 2521
ที่อยู่ปัจจุบัน	115 หมู่ 8 ตำบลชำฆ้อ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง 21210
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวังจันทร์วิทยา 316 หมู่ 1 ตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง 21210 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูชำนาญการ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	กศ.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2544	ค.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏมหาสารคาม