

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.2 คุณภาพของผู้เรียน

2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลาง

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายและความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.3 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.2.4 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

2.2.5 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2.6 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์

2.3.1 สภาพปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.3.2 กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนของนักเรียน

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้

2.4.1 การระดมสมอง

2.4.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.5.2 ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.5.3 ความหมายและองค์ประกอบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสถิติและความน่าจะเป็น

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อพัฒนาไปสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยดังกล่าว และข้อมูลจากแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมทั้งได้จัดทำสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ ในแต่ละระดับชั้น เพื่อเป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่น และสถานศึกษาที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอเนื้อหาตามลำดับดังนี้

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1. สาระการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนี้ภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีทางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต : แบบรูป(pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจาย

ข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจและในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการค้าดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

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 ใช้การนีกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

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 การสื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

หมายเหตุ 1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการสามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

2.1.2 คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม และสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนนิง – ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4. มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

6. มีความเข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

- 7. รู้และเข้าใจการแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการอสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
- 8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฌิมฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจได้
- 9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้
- 10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลาง
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตารางที่ 2.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง	• จำนวนจริง
	2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง	• ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง
	3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	• จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
 ห้องสมุดงานวิจัย
 วันที่ 25 ก.พ. 2555
 เลขทะเบียน 247168
 เลขเรียกหนังสือ

ตารางที่ 2.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์
ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจความหมาย และหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> • การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง • การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มี เลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และที่อยู่ในรูปกรณฑ์

ตารางที่ 2.3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม	• ค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

ตารางที่ 2.4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณการเท่ากัน การไม่เท่ากันและนำไปใช้ได้	• สมบัติของจำนวนจริงและการนำไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

ตารางที่ 2.5 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง	• อัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ	• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ตารางที่ 2.7 มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

และมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ

(spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	-	-

สาระที่ 4 พีชคณิต

ตารางที่ 2.8 มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต	• เซตและการดำเนินการของเซต
	2. เข้าใจและสามารถใช้ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย	• การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
	3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ และสมการ	• ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน • กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
	4. เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด	• ลำดับและการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด
	5. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่างๆของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้	• ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

ตารางที่ 2.9 มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ แสดงเซตและนำไปใช้แก้ปัญหา	• แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์
	2. ตรวจสอบความสมเหตุ-สมผลของการให้เหตุผลโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์	• การให้เหตุผล
	3. แก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง	• สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง
	4. สร้างความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์หรือปัญหา และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	• ความสัมพันธ์หรือฟังก์ชัน
	5. ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา	• กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน และการนำไปใช้
	6. เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมทั้งสอง โดยใช้สูตรและนำไปใช้	• อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ตารางที่ 2.10 มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย	• การสำรวจความคิดเห็น
	2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล	• ค่ากลางของข้อมูล • การวัดการกระจายของข้อมูล
	3. เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์	• การหาค่าแห่งที่ของข้อมูล

ตารางที่ 2.11 มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. นำผลที่ได้จากการสำรวจ ความคิดเห็น ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> • การสำรวจความคิดเห็น
	2. อธิบายการทดลองสุ่มเหตุการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> • กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ • การทดลองสุ่ม • แซมเปิลสเปซ • เหตุการณ์ • ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ตารางที่ 2.12 มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้ข้อมูลข่าวสาร และค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ	<ul style="list-style-type: none"> • สถิติและข้อมูล
	2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> • ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.13 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	-
	2. ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	-

ตารางที่ 2.13(ต่อ) มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	-
	4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	-
	5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	-
	6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

สรุปได้ว่า จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาสถิติ จะอยู่สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมาตรฐานช่วงชั้น คือ มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา และมาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานไว้ คือ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ผู้วิจัยจะเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 ความหมายและความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills and Processes) ว่าเป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในให้เกิดประโยชน์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Proficiency) ของผู้เรียนทุกคน เป็นเครื่องมือของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กันและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงมีการส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนในระดับโรงเรียน ได้เรียนรู้ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นทั้งในและต่างประเทศคล้ายคลึงกัน โดยประกอบ 5 ทักษะหลัก (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551; อัมพร ม้าคอง, 2553) ดังนี้

- 1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
- 4) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem solving of mathematics)

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ผิฝฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถคิดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดเวลา ดังนั้นการแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ดังนี้

Good (1973) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีระเบียบแบบแผน กล่าวคือ มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน มีการตรวจสอบสมมติฐาน

สมเดช บุญประจักษ์ (2543) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการของการนำความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์หรือปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่คุ้นเคย เป็นความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจ และการดำเนินการ โดยใช้ข้อมูลที่กำหนด แล้วสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบที่เป็นคำตอบของปัญหา

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่ และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์ในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป อย่างไรก็ตามปัญหาสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาคือทั้งทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ ซึ่งเป็นขั้นตอนหรือวิธีการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่างๆ ประกอบ

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือ กระบวนการ หรือขั้นตอน หรือวิธีการในการรวบรวมความรู้ และประสบการณ์เดิมของแต่ละคนที่มีมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัจจุบันที่เป็นปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

ในส่วนความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะเกิดจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่ให้มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่คุ้นเคยหรือไม่ สามารถแยกปัญหาใหม่ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2543) ได้กล่าวถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเหตุผลหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ก็เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบ นักเรียนต้องสามารถประยุกต์รูปแบบการคิดอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง สามารถอธิบายข้อมูลและสรุปผลจากข้อมูลที่ปรากฏ ในชีวิตจริงนักเรียนต้องพบกับปัญหาหลากหลายรูปแบบ ปัญหาข้อความหรือปัญหาเรื่องราวเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึงสถานการณ์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์ในทันที และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ หรือขั้นตอน หรือวิธีการในรวบรวมความรู้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์เดิม กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนรวมถึงความสามารถต่อไปนี้ (อัมพร ม้าคอง, 2553)

- 1) ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
- 2) ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุ สมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- 3) พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาค้างเดิม
- 4) พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
- 5) ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหา กับปัญหาใหม่
- 6) บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
- 7) สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
- 8) ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- 9) มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

3. กระบวนการแก้ปัญหา (problem solving process)

เนื่องจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการอย่างหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาคือ ขอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาคือของ Polya (1957 อ้างถึงใน สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551; 1987 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการสำรวจว่าในปัญหามีคำหรือวลี หรือประโยคย่อยๆ อะไรบ้าง มีความหมายอย่างไร แล้วจำแนกเป็นส่วนๆ ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้ อะไรคือสิ่งที่ต้องการหา อะไรคือข้อมูลที่กำหนด มีเงื่อนไขอย่างไรบ้าง

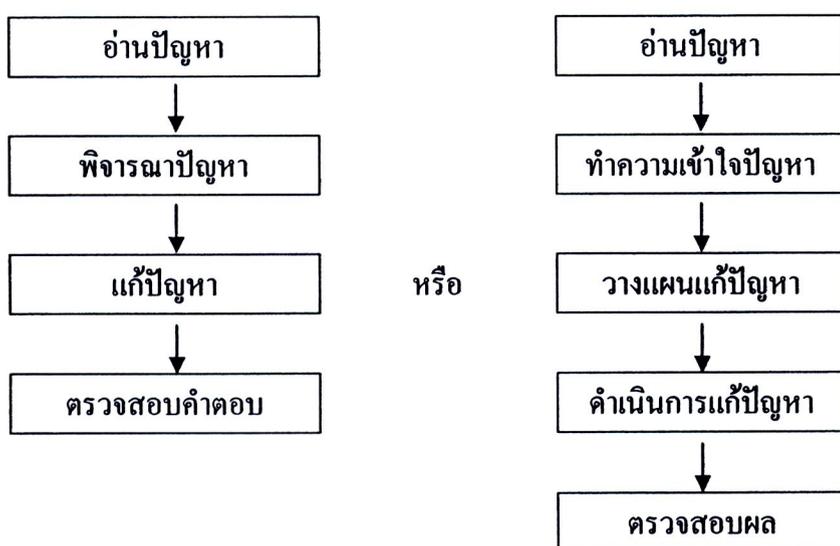
ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับสิ่งที่ไม่รู้ โดยใช้บทนิยาม สมบัติและทฤษฎีบทต่างๆ ที่ได้ศึกษาจากก่อนหน้านี การพิจารณาอาจใช้วิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ เช่น การวาดรูปประกอบ การสร้างตารางวิเคราะห์ การแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขเป็นส่วนย่อยๆ หรืออื่นๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการปฏิบัติการแก้ปัญหาคตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ

ในขั้นตอนตรวจสอบ นอกจากจะเป็นการตรวจสอบผลที่ได้ว่าถูกต้อง เหมาะสมแล้ว อาจปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการแล้วหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปทั่วไป

ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนคือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลคนส่วนใหญ่มักจะมองว่าเป็นขั้นตอนที่เรียงลำดับเป็นแนวเส้นตรง ดังแผนภาพ

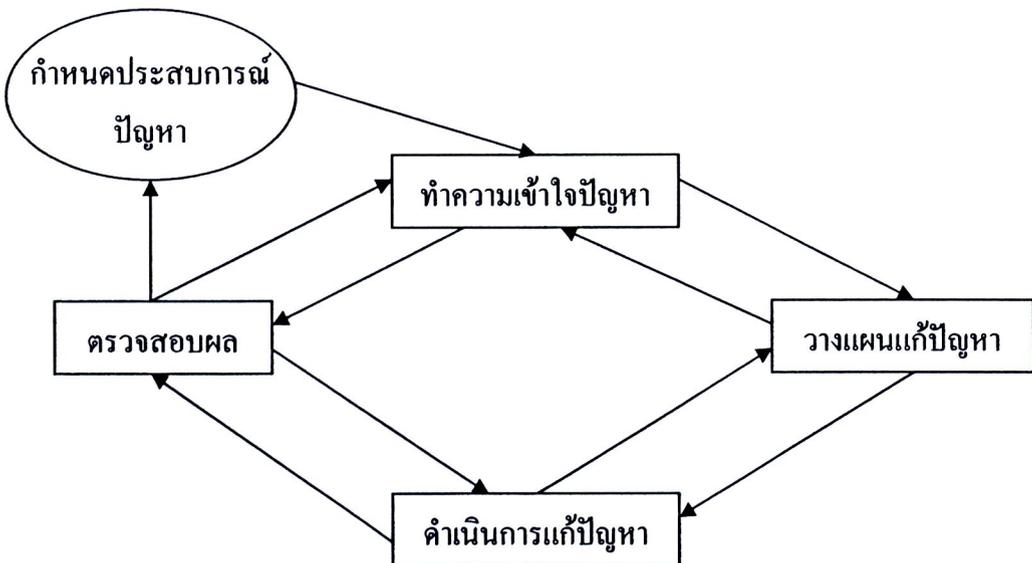


รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา

รูปแบบดังกล่าวมักเข้าใจกันว่ากระบวนการแก้ปัญหของโพลยาเป็นชุดของขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งต้องดำเนินการไปที่ละขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งแนวทางเช่นนี้จะทำให้เข้าใจว่า

- 1) การแก้ปัญหเป็นกระบวนการในแนวตรงเสมอ
- 2) การแก้ปัญหเป็นชุดของขั้นตอนที่ต้องทำทีละขั้น ห้ามข้ามขั้น
- 3) การแก้ปัญหเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและทำซ้ำๆ
- 4) เป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบ

Wilson, et al. (1993 อ้างใน สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (dynamic) ดังแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 การแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (dynamic)

ถูกสรุปเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรืออาจจะพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนเดิมหากมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหา แล้วเคลื่อนไปสู่ขั้นการวางแผน ระหว่างการดำเนินการนั้น นักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนอาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

4. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (problem solving strategies)

ในการแก้ปัญหานึงๆ นอกจากมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาคือแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ (Billstein, et al., 1997 อ้างใน สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) มีดังนี้

1) การค้นหารูปแบบ เป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ดีแบบหนึ่ง ที่ผู้แก้ปัญหามองจะต้องวิเคราะห์และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบโดยการให้เหตุผล

แบบอุปนัย คำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง จะต้องผ่านการตรวจสอบยืนยัน โดยการให้เหตุผลแบบนิรนัยการแก้ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีการหาแบบนิมเขียนคำตอบของปัญหาในรูปแบบทั่วไป ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของจำนวนหรือรูปแบบของรูปเรขาคณิต

2) การสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้ดูง่าย สะดวกต่อการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์อันจะนำไปสู่การพบรูปแบบหรือข้อชี้แนะอื่นๆ หรือตารางอาจช่วยแสดงกรณีที่เป็นไปได้ของการแก้ปัญหานั้นๆ

3) การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนแผนภาพหรือภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4) แจงกรณีที่เป็นไปได้ เป็นการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้ดีในกรณีที่มีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้ที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจงกรณี

5) การเดาและตรวจสอบ เป็นการหาคำตอบของปัญหาจากสามัญสำนึก ผู้แก้ปัญหาคาดเดาแล้วตรวจสอบ ถ้าไม่ได้คำตอบก็เดาใหม่ และตรวจสอบอีกครั้งจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ประกอบการเดา การเดาและตรวจสอบเป็นวิธีการที่ง่าย แต่ถ้าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนอาจใช้เวลามากกว่ายุทธวิธีอื่นๆ

6) การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาอะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหา แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น และต้องมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้มาด้วย

7) การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนแรก

8) การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

9) การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วนๆ ซึ่งในการแบ่งปัญหาย่อยนั้นอาจลดจำนวนของข้อมูลลงหรือลดความซับซ้อนของข้อมูลลงได้

10) การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์เข้ามาช่วย

11) การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยสมมติว่าข้อความที่ต้องแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง

จากแนวคิดข้างต้น แม้ว่าจะมีหลากหลายยุทธวิธี แต่ไม่มียุทธวิธีใดที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ และปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาสามารถแก้ได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีหรือใช้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2.2.3 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reasoning of Mathematics)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างมีเหตุผล ต้องใช้เหตุผลมาช่วยในการเรียนรู้และแก้ปัญหา การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้การให้เหตุผลเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญและกิจกรรมหลักอย่างหนึ่งในการเรียนสอน

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลากหลาย ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553)

- 1) หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 2) ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และในการอธิบายความคิดของตนเอง
- 3) เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใดๆ
- 4) สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
- 5) ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและนิรนัยทางคณิตศาสตร์
- 6) ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง
- 7) เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ได้

3. รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553)

การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การคิดเชิงตรรกประกอบด้วยการให้เหตุผล 2 ประเภท ดังนี้

1) **การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning)** เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อยๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุปเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น

2) **การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning)** เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย การให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริง โดยมีการพิสูจน์มาแล้ว เป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น

การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ทั้งสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลข และข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การหาค่าที่หายไป การเปรียบเทียบจำนวน การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน (Heller, et al., 1989 อ้างใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนมีหลายลักษณะ ดังนี้

1) **การให้เหตุผลเชิงคุณภาพ (Qualitative Reasoning)** เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนและเศษส่วน เมื่อตัวเศษ/หรือตัวส่วนของเศษส่วนเดิมเพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม

2) **การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical Reasoning)** เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับตัวเลข แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การระบุค่าตัวแปร และการเปรียบเทียบเชิงตัวเลข

การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่างๆ เช่น ภาพสองมิติ หรือรูปทรงสามมิติ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกัน รวมถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นภาพหรือทรงมิติต่างๆ

2.2.4 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ (Communications of Mathematics and Presentations)

การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นด้วย ดังนั้น การสื่อสารและการนำเสนอต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายของการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ไว้ดังนี้

การสื่อสาร เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสาร (Source) ไปยังผู้รับสาร (Receiver) โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร (Channel) ต่างๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทาง โดยอาจใช้สื่อหรือไม่ใช้สื่อต่างๆ

การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากการนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทางตามปกติแล้วยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมาย

2. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ รวมถึงความสามารถที่จะนำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน จึงรวมความสามารถดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553)

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันกับภาษาและสัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์และความ สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์

- 3) ใช้ทักษะการอ่านและฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ
- 4) สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ
- 5) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต
- 6) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
- 7) สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือความขัดแย้งที่น่าสนใจ
- 8) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและประสบการณ์และสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจาและด้วยการเขียน
- 9) ถามคำถามขยายความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือเคยได้ยินมาก่อน
- 10) เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้นในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์
- 11) ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์

3. กิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นักเรียนต้องอาศัยสัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองมาช่วยในการเสนอแนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความกระตือรือร้น ชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอระหว่างกันแล้ว กิจกรรมต่อไปนี้จะช่วยส่งเสริมการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ การนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

1) การสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอให้นักเรียน สร้างข้อคำถาม สืบหาคำอธิบาย สร้างความรู้ใหม่ อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ และสะท้อนความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความสุขกับการเรียน และมีความคงทนในความรู้ที่ได้ ในการสืบสวนสอบสวน เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจนักเรียนจะต้องระดมสมองกันเพื่อสร้างข้อคำถาม การสืบหาคำอธิบายอาจทำได้โดยการศึกษา สืบจทลลอง หรือสัมภาษณ์ จะกระทั่งนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเป็นการสร้างความรู้ใหม่ และสุดท้ายนักเรียนจะต้องสะท้อนความรู้ดังกล่าว

2) การเขียนอนุทิน (journal writing) เป็นการบันทึกอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คิดหรืออธิบายการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือ

เพื่อสะท้อนความรู้สึก ความคิดเห็น ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดหรือการดำเนินการ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การเขียนอนุทินที่ดี นักเรียนจะต้องมีความซื่อสัตย์ เขียนตามความเป็นจริง และควรบันทึกหลังทันทีหลังจากดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้นๆ

ในการเขียนอนุทิน ครูอาจเริ่มต้นด้วยการตั้งประเด็นหัวข้อ หรือคำถามนำให้นักเรียน เช่น

- สิ่งที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนรู้ในวันนี้ คือ ...
- สิ่งที่ข้าพเจ้าได้จากการสังเกตในวันนี้ คือ ...
- ความคิดเห็นของข้าพเจ้าต่อกิจกรรม/การแก้ปัญหาวันนี้ คือ ...
- ความประทับใจของข้าพเจ้าต่อกิจกรรม/การแก้ปัญหาวันนี้ คือ ...
- อุปสรรคที่ข้าพเจ้าพบในการทำกิจกรรม/การแก้ปัญหาวันนี้ คือ ...
- ยุทธวิธีอื่นที่ใช้ในการแก้ไขปัญหานี้ ได้แก่...
- ถ้าเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขบางอย่าง ผลลัพธ์ใหม่ที่ได้จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

3) การเขียนรายงาน เป็นการบันทึกอย่างเป็นทางการของนักเรียนหรือกลุ่มนักเรียน เพื่อนำเสนอแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผลในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล การเขียนรายงานที่ดี จะต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และรูปแบบการเขียนที่ถูกต้องและชัดเจน

4) การเขียนโปสเตอร์ เป็นการเขียนเพื่อนำเสนอแนวความคิดเห็นหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผล บนแผ่นกระดาษวัสดุหรือสื่อ การเขียนโปสเตอร์ที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมายเดียว ให้ความหมายชัดเจนไม่ทำให้ผู้ดูสงสัย มีสีสวยงาม สะดุดตา ชัดเจน มีจุดเด่นที่หัวเรื่อง และมีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นได้ง่าย สามารถเข้าใจได้โดยไม่ต้องเสียเวลาอ่านนานนัก

2.2.5 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Connections of Mathematics)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ดังนั้น การสื่อสารและการนำเสนอต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่

เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น (สถาบันการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นความสามารถดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง,
2553)

- 1) เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
- 2) ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และใน
ชีวิตประจำวัน
- 3) เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหา
หรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของการบูรณาการ
- 4) วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทาง
คณิตศาสตร์
- 5) ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และ
ความคิดในศาสตร์อื่น
- 6) เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้การนำเสนอ
อย่างเดียวกัน
- 7) เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง
- 8) ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่างๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่าง
คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

2.2.6 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creativity of Mathematics)

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควร
จะเรียนรู้ ฝึกทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่
หลากหลาย กระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลก
ใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อ
ท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ ดังนั้น การสื่อสารและการนำเสนอ
ต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณ์ญาณ ใน
การพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประ โยชน์ต่อตนเองและ

สังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้นฐานๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนอาจไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไปไม่ถึง จนมองดูเหมือนว่าเป็นการเพ้อฝัน (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

2. องค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม กิลฟอร์ด (Guilford) (1967 อ้างใน สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4 ประการ ดังนี้

1) **ความคิดคล่อง (Fluency)** หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลาย หลากวิธี การคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วที่สมองของนักเรียนที่กลั่นเอาคำตอบของปัญหาออกมา

2) **ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** หมายถึง ความสามารถในการคิดที่สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือก/นำไปใช้ให้ตรงกับความต้องการหรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป จึงนับได้ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3) **ความคิดริเริ่ม (Originality)** หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้มีความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้นฐานๆ เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดพื้นฐานๆ ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์

4) **ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)** หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหา จนกระทั่งสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์ นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

3. ลักษณะของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ฉัตรพงษ์ เจริญทิพย์ (2542 อ้างใน สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพออนุโลมให้เป็นลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ 7 ประการ ดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) มีความไวต่อปัญหา

- 3) มีความคิดแหวกแนว
- 4) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 6) ทำงานเพื่อความพอใจ
- 7) อารมณ์ขัน

จากที่กล่าวมา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีความมั่นใจในการแก้ปัญหา รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจหรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์และกับศาสตร์อื่นๆ และจะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลายอันจะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่

2.3 กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์

2.3.1 สภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้ให้ความหมายของสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอน แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน และสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอน หมายถึง ลักษณะและวิธีดำเนินการจัดการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน รวมทั้งเหตุปัจจัยที่ทำให้การเรียนการสอนของแต่ละกลุ่มสาระไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา ประกอบด้วย 1) สภาพและปัญหาด้านผู้เรียน 2) สภาพและปัญหาด้านครู 3) สภาพและปัญหาด้านหลักสูตร 4) สภาพและปัญหาด้านการเรียนการสอน 5) สภาพและปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน 6) สภาพและปัญหาด้านการวัดการประเมินผลการเรียน และ 7) สภาพและปัญหาด้านการส่งเสริมและสนับสนุนของผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งได้มาจากครูผู้สอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน หมายถึง ข้อเสนอแนะที่เป็นแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูและผู้เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 1) แนวทางการแก้ปัญหาค้นผู้เรียน 2) แนวทางการแก้ปัญหาค้นครู 3) แนวทางการแก้ปัญหาค้นหลักสูตร 4) แนวทางการแก้ปัญหาค้นการเรียนการสอน 5) แนวทางการแก้ปัญหาค้นสื่อการเรียนการสอน 6) แนวทางการแก้ปัญหาค้นการวัดการประเมินผลการเรียน และ 7) แนวทางการแก้ปัญหาค้นการส่งเสริมและสนับสนุนของผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งได้มาจากครูผู้สอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

จากสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยจะศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น มาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีกรอบการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนของนักเรียน ดังที่จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไปนี้

2.3.2 กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น

เนื่องจากกรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์มีน้อยมาก ผู้วิจัยได้รวบรวมกรอบการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนโดยยึดตามหลักของการพัฒนาความคิดของ Even (1990 อ้างใน Even และ Kvatinsky, 2010) ซึ่งเขาได้ศึกษาจากเอกสารต่างๆ หนังสือ ตำราเรียน และผลการวิจัยเกี่ยวข้องและได้ทำการปรับให้เหมาะสมกับการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความรู้ จุดมุ่งหมายและความสำคัญของบทเรียนความน่าจะเป็น โดยได้ทำการสำรวจจากนักคณิตศาสตร์หลายคน และนักวิชาการคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้เพื่อการแก้ปัญหา ทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ และพิจารณาถึงความเหมาะสมของหลักสูตรในสถานศึกษา กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นนี้แบ่งออกเป็น 5 ข้อ ดังนี้

1. ลักษณะสำคัญและจุดเด่นของทฤษฎีความน่าจะเป็น (Essential Features and the Strength of Probability Theory)
2. แนวทางการศึกษาความน่าจะเป็น (Approaches to Probability)
3. การนำเสนอและแบบจำลองความน่าจะเป็น (Probability Representations and Models)
4. องค์ประกอบพื้นฐาน (Basic Repertoire)
5. ธรรมชาติของทฤษฎีความน่าจะเป็น (the Nature of Probability Theory)

1. ลักษณะสำคัญและจุดเด่นของทฤษฎีความน่าจะเป็น (Essential Features and the Strength of Probability Theory)

ความไม่แน่นอนเป็นปัจจัยพื้นฐานการคิดของความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้มีข้อแตกต่างกับการคิดทางคณิตศาสตร์อื่นๆ (Batanero, et al., 2005 อ้างใน Even และ Kvatinsky, 2010) ทฤษฎีความน่าจะเป็นสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเรื่องไม่คาดคิดและเรื่องที่เกิดด้วยความบังเอิญที่ต้องเผชิญในชีวิตประจำวันได้ จึงช่วยให้สามารถทำความเข้าใจ วิเคราะห์ และทำนายล่วงหน้าถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้น โดยที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทั่วไป

จุดเด่นอีกอย่างสำหรับทฤษฎีความน่าจะเป็น คือ การขยายขอบเขตความรู้ของนักพยากรณ์ โดยไม่ยึดติดกับตัวแปรใด หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า เมื่อมีตัวแปรคงที่การพยากรณ์อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้

2. แนวทางการศึกษาความน่าจะเป็น (Approaches to Probability)

การคำนวณความน่าจะเป็นให้มีความแม่นยำนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสองอย่าง คือ 1) จุดประสงค์ของการประมาณการ 2) ตัวของบุคคลที่ทำการประมาณการ จากที่ได้กล่าวมา ตามหนังสือบทเรียนความน่าจะเป็น ความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นนั้น จะต้องเกิดขึ้นกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ และเคยเกิดขึ้นแล้วซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความน่าเชื่อถือ แทนที่จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถนำไปใช้กับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นแค่เพียงครั้งเดียวได้ ดังนั้นการประมาณการจึงแบ่งได้เป็นสองจุดประสงค์ คือ การอธิบายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และการประมาณการความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยที่หนังสือเรียนจะนำเสนอแค่ แนวคิดแบบดั้งเดิม และแนวคิดในการทดลอง ซึ่งอันที่จริงแล้วไม่มีทฤษฎีไหนที่ดีที่สุดสำหรับทุกเหตุการณ์ในเรื่องของการประมาณการ ดังนั้นจึงควรจะสอนทั้งสองทฤษฎีควบคู่กันไป

3. การนำเสนอและแบบจำลองความน่าจะเป็น (Probability Representations and Models)

การประมาณการความน่าจะเป็น มีหลายครั้งที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากการเลือกกำหนดตัวอย่างที่จะนำมาใช้สำหรับการประมาณการ อย่างเช่น การใช้ตาราง แผนภูมิ แผนภูมิต้นไม้ สูตร และอื่นๆ แต่ผลการกำหนดก็มีจุดเด่นจุดด้อยที่แตกต่างกันออกไป

4. องค์ประกอบพื้นฐาน (Basic Repertoire)

องค์ประกอบพื้นฐานของการประมาณการนั้น สามารถอธิบายได้ด้วยตัวอย่าง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น ใจความสำคัญ ลักษณะ และหลักเกณฑ์ต่างๆ เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ซับซ้อน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการคิดต่อไป

5. ธรรมชาติของทฤษฎีความน่าจะเป็น (the Nature of Probability Theory)

การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ในบทเรียนของความน่าจะเป็นนั้น จะต้องพิจารณาถึง ธรรมชาติของความน่าจะเป็น และลักษณะของคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยเหตุและผล และขั้นตอนการคิดคำนวณ ซึ่งกรณีของความน่าจะเป็น จะประกอบไปด้วย ความคิดที่แตกต่างกัน และตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อการประมาณการซึ่งทั้งหมดนี้ มีผลเกินกว่าคณิตศาสตร์ทั่วไปจะหาคำตอบได้

นอกจากนี้ Dimitris, et al. (2009) ได้เสนอแบบสอบถามความยากง่ายในการเรียนการสอนสถิติ สำหรับผู้เรียน และสำหรับผู้สอน ดังนี้

สำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย

- 1) ความยากง่ายในการทำความเข้าใจแนวคิดทางสถิติพื้นฐาน
- 2) ความยากลำบากในการทำความเข้าใจสมมติฐานและข้อสรุปในปัญหาทางสถิติ
- 3) ความยากในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ความยากง่ายในการใช้วิธีการทางสถิติและสูตรที่เหมาะสม
- 5) ความยากลำบากในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา
- 6) ความยากง่ายในการใช้วิธีการทางสถิติมาใช้แก้ปัญหาปัญหาทางคณิตศาสตร์และชีวิตจริง
- 7) ยากลำบากในการแปลผลทางสถิติ
- 8) ความยากลำบากในการตีความสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับผลที่ได้

สำหรับครู ประกอบด้วย

- 1) ความยากลำบากของครูในการนำเสนอแนวคิดทางสถิติพื้นฐาน
- 2) ความยากลำบากของครูในการนำเสนอและยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้ข้อมูลทางสถิติ
- 3) ความยากลำบากของครูในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4) ความยากลำบากของครูในการตีความของสถิติ
- 5) ความยากลำบากของครูในการจัดเรียนการสอนให้สอดคล้องกับชีวิตจริง
- 6) ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนใช้สื่อการสอนมากขึ้น
- 7) ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนใช้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น
- 8) ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนให้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลายและยากง่ายแตกต่างกัน
- 9) ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนสำหรับเนื้อหาที่ยากและ

มีการคำนวณที่ซับซ้อน

10) ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนจัดสอนเสริมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบก่อนสอบจริง จากที่กล่าวมาการใช้กรอบการวิเคราะห์ปัญหาของ Even จะเป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเรื่องความน่าจะเป็น แต่ก็ยังเป็นกรอบการวิเคราะห์ปัญหาที่ยังไม่สมบูรณ์ จึงต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม เช่นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา และการจัดเรียนการสอนให้สอดคล้องกับชีวิตจริง

ผู้วิจัยใช้แนวคิดในการสร้างแบบสอบถามของ Dimitris, et al. (2009) ที่เสนอแบบสอบถามความยากง่ายในการเรียนการสอนสถิติ สำหรับผู้เรียน และสำหรับผู้สอน มาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่า กรอบสำหรับวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ จะช่วยสามารถสร้างแบบสอบถามปัญหาการเรียนของนักเรียน แล้วนำปัญหาการเรียนของนักเรียนที่ได้ไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น จากนักเรียนโดยใช้วิธีระดมสมอง แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับปัญหาการเรียนของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอ 3 ส่วน ดังนี้

2.4.1 การระดมสมอง

2.4.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.4.3 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.4.1 การระดมสมอง

การระดมสมอง เป็นการระดมความคิด โดยมีผู้เข้าร่วมแสดงความคิดเห็นหรือช่วยกันคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมา ซึ่งจะทำได้ความคิดมากมาย โดยเฉพาะเกี่ยวกับสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาคือการจัดการเรียนที่นักเรียนเป็นผู้สะท้อนความคิดในสภาพที่เป็นความจริง และผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายไว้ดังนี้

ประชุม รอดประเสริฐ (2528 อ้างใน อารี แสงขำ, 2550) ได้กล่าวว่า การระดมสมอง (Brainstorming) นั้น เป็นวิธีการที่พัฒนาโดย ออสบอร์น (Alex F.Osbom) ในปี ค.ศ.1938 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการได้มาซึ่งแนวคิดในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด กล่าวคือเมื่อมีปัญหาใดก็จัดให้มีการช่วยกันแสดงความคิด

คิดเห็น (ใช้สมอง) เพื่อหา ทางแก้ปัญหา การระดมสมองนับว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะการระดมสมองแสดงถึงการแก้ปัญหาร่วมกัน และทุกคนมีความพึงพอใจต่อการแก้ปัญหานั้น การระดมสมองมีกฎที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1) การแสดงความคิดเห็นจะต้องมีความเป็นกลาง กล่าวคือ การวิพากษ์วิจารณ์หรือการประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นภายในกลุ่มจะต้องอยู่ในลักษณะที่ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นบรรยากาศที่ดี

2) ต้อนรับความคิดเห็นอันรุนแรงอย่างเสรี กล่าวคือ การแสดงความคิดเห็นที่รุนแรงย่อมนำมาซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มักชี้แนะด้วยเหตุและผลอย่างชัดเจน และเป็นการช่วยเน้นถึงน้ำหนักของปัญหา

3) ยอมรับปริมาณและความหลากหลายของความคิดเห็น เพราะยังมีการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นมากเท่าใดย่อมจะนำมาซึ่งวิถีทางในการแก้ปัญหาที่ดีและมีเหตุผลเพียงพอนั้น

4) หาทางที่จะผสมผสานและปรับปรุงแนวคิดเข้าด้วยกัน เพราะอาจกลายเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

บุญชม ศรีสะอาด (2537) ได้ให้ความหมายของการสอนโดยระดมความคิด (Brainstorming) ว่าเป็นการให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่ผู้เรียนเสนอมานี้ มีการบันทึกความเห็นหรือข้อเสนอแนะทั้งหมด

ไพโรจน์ ศิรินานกุล และคณะ (2546) กล่าวว่า การระดมสมอง (Brain storming) เป็นการระดมความคิดโดยมีผู้เข้าร่วมแสดงความคิดเห็น ช่วยกันคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาที่ต้งขึ้นมา โดยเสนออย่างเสรี เมื่อคิดแล้วความคิดนั้นจะถูกบันทึกไว้ โดยไม่มีใครคอยคัดค้านหรือโต้แย้ง

จริย์ สุวัตติ (2534 อ้างใน อารี แสงจำ, 2550) ได้เสนอขั้นตอนในการระดมสมอง พอสรุปได้ดังนี้

- 1) ทำความเข้าใจกับนักเรียนว่า การระดมสมอง คืออะไร
- 2) เขียนความหมายของการระดมสมองคิดไว้ข้างฝา
- 3) ตกลงเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูล
- 4) ครูกำหนดหัวข้อ เวลาในการระดมสมอง
- 5) ทำให้กลุ่มมีขนาดเล็ก (4-6 คน) และมีหลายกลุ่ม ซึ่งผู้จดบันทึกสามารถจดได้ทันที
- 6) ถ้าระดมสมองทั้งชั้นเรียน ครูอาจเป็นผู้จดบันทึกเอง และต้องสนับสนุนให้นักเรียนได้

ผลัดเปลี่ยนกันออกความคิดเห็น

สรุปได้ว่า การระดมสมอง เป็นการระดมความคิดหรือการผลิตความคิดออกมาจากสมองให้ได้มากที่สุด โดยเสนอได้อย่างเสรีไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่ได้มามีการบันทึกไว้ทั้งหมด และมีขั้นตอนดังนี้

- 1) อธิบายความหมายของการระดมสมองให้ทราบว่า การระดมสมองเป็นวิธีการหาแนวความคิดให้ได้จำนวนมากที่สุด
- 2) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อระดมสมอง ขนาดของกลุ่มประมาณ 3-9 คน อาจเป็นหญิงล้วน หรือชายล้วน หรือคละกันก็ได้
- 3) เลือกประธานกลุ่ม และเลขานุการ
- 4) เสนอปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา
- 5) ก่อนเริ่มประชุมต้องอธิบายปัญหาให้สมาชิกได้เข้าใจ มีการเสนอความคิดได้หลากหลาย และมีอิสระ
- 6) นำปัญหาที่ได้มาระดมสมอง และจดบันทึก
- 7) ประเมินความคิดที่สมาชิกเสนอ

2.4.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำปัญหาเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ที่ได้จากการระดมสมองของนักเรียน มาวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยปรับปรุงจากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งเป็นแนวทางของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พัฒนาขึ้นโดย รศ. ไพโรจน์ ศิริธรรณกุล (2546) ขั้นตอนทั้งกระบวนการ ได้แบ่ง 16 ขั้นตอน ซึ่งอยู่ในกรอบของ 5 ช่วงตอนหลัก มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

1. ช่วงการวิเคราะห์เนื้อหา	1. การสร้างแผนภูมิระดมสมอง 2. การสร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ 3. การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา
2. ช่วงออกแบบเนื้อหา	4. การกำหนดกลวิธีในการนำเสนอ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา 5. การออกแบบแผนภูมิกำรนำเสนอในแต่ละหน่วยเรียน
3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียน	6. การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบนกรอบการสอน 7. การจัดทำลำดับการสอน 8. การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

ตารางที่ 2.14(ต่อ) ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้	9. การสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคอมพิวเตอร์การสอน
4. ช่วงพัฒนาเนื้อหาลงบนคอมพิวเตอร์	10. การเลือกโปรแกรมที่ใช้นำเสนอบทเรียนสู่โปรแกรม 11. การพัฒนาและจัดเตรียมสื่อที่จะใช้ประกอบบทเรียน 12. การนำกรอบการสอนลงโปรแกรม
5. ช่วงการประเมิน	13. การตรวจสอบคุณภาพมัคติมิตีเดียวของบทเรียน 14. การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ 15. การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียน 16. จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน 16 ขั้นตอน ซึ่งอยู่ในกรอบของ 5 ช่วงตอนหลัก ผู้วิจัยได้ปรับปรุงให้เข้ากับการสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 12 ขั้นตอน ซึ่งอยู่ในกรอบของ 4 ช่วง รายละเอียดดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ขั้นตอนการสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้

1. ช่วงการวิเคราะห์เนื้อหา	1. การสร้างแผนภูมิตระคมสมอง 2. การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ 3. การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา
2. ช่วงออกแบบเนื้อหา	4.การกำหนดกลวิธีในการสอน และเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ 5. การออกแบบแผนภูมิกำเสนอในแต่ละหน่วยเรียน
3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้	6. การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบนกรอบการสอน 7. การจัดทำลำดับการสอน 8. การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา 9. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ช่วงการประเมิน	10. การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ 11. การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียน 12. จัดทำคู่มือการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. ช่วงการวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) ที่จะนำมาผลิตเป็นบทเรียน ผู้พัฒนาต้องกำหนดให้ชัดเจนถึงลำดับการเรียนรู้ ไม่ให้บทเรียนซ้ำซ้อน มากหรือน้อยเกินไป ยากหรือง่ายเกินไป การวิเคราะห์เนื้อหา มีขั้นตอนย่อยๆที่จะต้องทำตามลำดับ คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภูมिरะดุมสมอง (Brained Strom Chart Creation) การนำเทคนิคการระดุมสมอง (Brained Strom) เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อรวบรวมหัวเรื่องที่มีอยู่ในบทเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart Creation) แนวคิดของแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ คือ การจัดกลุ่มของหัวเรื่องที่ระดุมสมองได้ ให้เป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน โดยนำแผนภูมिरะดุมสมองมาทำการศึกษาความถูกต้อง สอดคล้องของทฤษฎี หลักการ เหตุผล ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องกันของหัวเรื่องอย่างละเอียด อาจมีการตัดหรือเพิ่มหัวเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสม จนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ ผลที่ได้ก็จะเป็น แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา แนวคิดการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา นำหัวเรื่องแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ มาจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลังหรือคู่ขนานกันตามความจำเป็นที่จะต้องอ้างอิงกัน ตามหลักการเทคนิคโครงข่าย เนื้อหาบางอย่างเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาต่อไป เช่น การบวก การลบ จะเป็นพื้นฐานของการคูณและการหาร จึงต้องเรียนเรื่องการบวก การลบก่อน เมื่อเขียนเสร็จแล้ว ทำการพิจารณาความสัมพันธ์ของเนื้อหาในโครงข่ายนั้นอีกครั้งจนสมบูรณ์ ผลที่ได้จะเป็นโครงข่ายเนื้อหาที่ต้องการ

2. ช่วงออกแบบเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ (Design) การออกแบบ เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องทำต่อจากขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา ภายหลังจากการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาเสร็จ เราจะได้เนื้อหาที่ถูกวิเคราะห์โครงสร้างลำดับความสัมพันธ์ไว้อย่างถูกต้องแล้ว การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ นับเป็นหัวใจสำคัญ ประกอบด้วยขั้นตอนที่จะต้องทำตามลำดับ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 4 การกำหนดกลวิธีในการสอน และเขียนวัตถุประสงค์ ในขั้นตอนนี้เราจะจัดเนื้อหาที่มีให้ เป็นหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนของผู้เรียน จากนั้นจึงสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้แล้วเขียนกำกับในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ด้วยวัตถุประสงค์ มี 3 ขั้นตอนย่อยคือ

1. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ เป็นการแบ่งเนื้อหาเพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนแต่ละครั้ง โดยเปรียบเทียบกับการสอนในห้องเรียนปกติ ดังนั้นในการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้จะแบ่งตามเงื่อนไขของเวลาที่ใช้สอนแต่ละครั้ง สำหรับการผลิตบทเรียนหนึ่งวิชานั้น โดยทั่วไปจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ประมาณ 13-15 หน่วย การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยเรียนนั้นจะ

เริ่มจาก นำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหามาพิจารณาในกลุ่มหัวข้อที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ จากนั้นก็ตีกรอบล้อมรอบกลุ่มต่างๆ ไว้จนครบ อย่างไรก็ตามการตีกรอบควรพิจารณาตามเงื่อนไขของเวลาที่ตั้งไว้ เมื่อเสร็จแล้วเนื้อหาในกรอบแต่ละกรอบก็คือ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการ

2. การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา เมื่อเราแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ได้แล้วก็กำหนดอันดับของแต่ละหน่วย โดยเขียนเป็นตัวเลขลงไป จากนั้นก็นำหน่วยการเรียนรู้มาลำดับการนำเสนอตามลำดับ และความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ซึ่งจะ ได้ผลเป็นแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

3. การกำหนดและเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นำหัวข้อเนื้อหา แต่ละหน่วยเรียนมาพิจารณากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดกำกับไว้แต่ละหน่วยเรียน ให้เป็นระเบียบชัดเจน เมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ถือว่าจบขั้นตอนการกำหนดกลวิธีในการนำเสนอ และเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหา

ขั้นที่ 5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยเรียน เมื่อได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้และสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชาแล้ว จะดำเนินการออกแบบแผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละหน่วยเรียนต่อไป การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยเรียนเป็นการออกแบบการสอน (Instructional Design) และการวางแผนการสอน ซึ่งจะต้องออกแบบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มเป้าหมาย โดยเลือกวิธีการสอน สื่อการสอนที่เหมาะสมมาใช้นั่นเอง

เป้าหมายสำคัญในการออกแบบนั้นคือการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ในการออกแบบนั้นจะคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด ซึ่งจะมีขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป รวมทั้งการใช้เทคนิควิธีการสอน การใช้สื่อต่างๆที่เหมาะสม ก็จะเห็นภาพรวมของการออกแบบการสอนในแต่ละหน่วย ซึ่งเป็นแนวทางที่ง่ายสำหรับการพัฒนาเนื้อหาลำดับต่อไป

3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development) ขั้นการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เป็นการพัฒนาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 6 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั้งสามด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดในการเขียนกิจกรรมการเรียนรู้คือ “จะหาวิธีการอะไรที่จะให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง” ครูจึงต้องพยายามคัดสรรกลวิธีการสอนให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แต่ละเรื่อง

ขั้นที่ 7 การจัดทำลำดับการสอน หลังจากที่เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้จะเป็นแผนการจัดการเรียนรู้มาตรฐานตรวจสอบลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ในการตรวจสอบลำดับเนื้อหานั้นจะมีการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน คือ

1. การตรวจสอบความต่อเนื่องของเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เดียวกัน เพื่อดูว่ามีความเหมาะสมต่อเนื่องกันหรือไม่ และตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้ครบถ้วนหรือไม่
2. การตรวจสอบความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อดูว่าการเชื่อมโยงของเนื้อหาแต่ละหน่วยเป็นไปตามที่วิเคราะห์ไว้หรือไม่

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภายหลังจากนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ไปจัดเรียงลำดับและตรวจสอบลำดับอย่างถูกต้องแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำไปทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาที่พัฒนาขึ้น โดยทำ 2 ด้านต่อเนื่องกัน คือ การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เป็นการรับรองคุณภาพของเนื้อหาว่าถูกต้อง

ภายหลังจากประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับแก้แล้ว ขั้นตอนที่ต่อไปนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่จะเรียนเนื้อหานั้นๆ เพื่อทดสอบความเข้าใจในการเรียน เนื้อหา และสื่อความหมายของสำนวนที่ใช้ ตลอดจนรูปแบบที่สื่อความหมายต่อผู้เรียน ในขั้นนี้จะต้องใช้กลุ่มเป้าหมายจริง โดยคัดเลือกประมาณ 9-12 คน ให้ทดลองเรียนเนื้อหาและหากสงสัยหรือไม่เข้าใจตรงไหนให้ผู้เรียนเขียนไว้ จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลที่ได้มาปรับแก้ไขสมบูรณ์และตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง หลังจากปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์แล้วถือว่าจบขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

ขั้นที่ 9 การสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเขียนประเมินคุณภาพของแบบทดสอบโดยอ้างอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มที่เคยเรียนเนื้อหานั้นมาแล้ว โดยใช้ประมาณ 30-100 คน นำผลทดสอบมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจการจำแนกความเชื่อมั่นและความเที่ยง โดยข้อสอบที่ดีควรเหมาะสมกับระดับความสามารถและระดับของผู้เรียน และสามารถจำแนกได้ว่า คนตอบถูกเก่งจริง และคนตอบผิดอ่อนจริง ออกจากกันได้ หลังจากนั้นนำแบบทดสอบมาทดลองแล้ว นำข้อที่ยังไม่ได้ตามเกณฑ์ไปปรับปรุงแก้ไข ทดลองจนกว่าจะใช้ได้ ผลที่ได้ทั้งหมด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ตรวจสอบคุณภาพแล้วและแบบทดสอบที่ได้ตามเกณฑ์

5. ช่วงการประเมินผลบทเรียน เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการกิจกรรมการเรียนรู้ นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญ และเป็นขั้นที่ขาดไม่ได้ในกระบวนการวิจัยเชิงพัฒนาเพราะเป็นการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ และการออกแบบ

ขั้นที่ 10 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองขั้นตอนในการทดสอบหาประสิทธิภาพก่อนที่จะหาประสิทธิภาพจริง โดยนำกลุ่มเป้าหมายจำนวนประมาณ 10 คน ทำการทดลองในการหาประสิทธิภาพนั้นก็เก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

ขั้นที่ 11 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียน ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียน จะใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ดี จะมีค่าประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนจะใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพหลังการเรียน (E_1 / E_2) และค่าประสิทธิผล ($E_{post} - E_{pre}$) ควรจะมีค่าสูงกว่า 60 หากได้ผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ถือว่าบทเรียนนั้นใช้ได้ ถ้าไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ก็จะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้ผลตามต้องการ

ขั้นที่ 12 จัดทำคู่มือการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ภายหลังจากได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพแล้ว จะต้องทำคู่มือการใช้การใช้งานเพื่อเผยแพร่ต่อไป

จาก 12 ขั้นตอนการสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยประยุกต์มาจาก 16 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนของ รศ.ไพโรจน์ ติรณธนากุล (ไพโรจน์ ติรณธนากุล และคณะ, 2546) ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยสามารถสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างปัญหาการเรียนของนักเรียนมีประสิทธิผลมากขึ้น

2.4.3 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แต่ละโรงเรียนได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปีหรือตัวชี้วัดช่วงชั้น และสาระการเรียนรู้แกนกลางจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา จากนั้นครูผู้สอนจึงเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษาที่สำคัญหลายคนได้เสนอแง่คิดเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพอประมวลได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนที่ผู้สอนเขียนหรือวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอนจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้เกิดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

ยุพิน พิพิธกุล และอลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม (2547) ได้เสนอตัวอย่างการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ต่อไปนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ
2. สาระการเรียนรู้
3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล

การประเมินผล

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

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

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

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้พิจารณา ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ ได้เขียนแยกเป็นสามด้าน คือ ด้านความรู้ ซึ่งเขียนเรียงลำดับตามขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป ในกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับด้านทักษะและกระบวนการ ก็พิจารณาว่าจะเกิดอะไรตามสาระที่ 6 สำหรับคุณลักษณะจะพิจารณาว่าจะเกิดอะไรบ้าง เช่น ทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ ละเอียดลออ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสนใจ และกระตือรือร้น กล้าแสดงออก เป็นคนช่างสังเกต ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความซื่อสัตย์ มีระบบ มีความสะอาดเรียบร้อย มีความตรงต่อเวลา ทำงานเป็นระเบียบ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความสามัคคี มีความเป็นผู้นำ มีความเสียสละ มีความเอื้ออาทร

2. สาระการเรียนรู้ เขียนบทนิยาม กฎ หรือสูตร ฯลฯ ลงก่อน แล้วเขียนตัวอย่าง วิธีทำที่จะสอนในชั่วโมงนั้น

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ เขียนเรียงตามกิจกรรม

4. กิจกรรมการเรียนรู้ นับว่าเป็นหัวใจสำคัญในการสอนจะต้องดำเนินการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

ขั้นนำ ทบทวนความรู้เดิมที่จะนำมาอ้างอิง ทบทวนเรื่องอะไร โดยวิธีใด เช่น ให้ทำเอกสารฝึกหัด หรือใบงาน ฯลฯ เขียนให้ชัดเจน

ขั้นสอน หากวิธีการสอนให้ผู้เรียนหาข้อสรุปด้วยตนเอง เท่าที่จะสามารถทำได้ตามลักษณะของสาระการเรียนรู้แต่ละเรื่อง

- เป็นนับทั่วไป กฎ สูตร บทนิยาม ฯลฯ

- ฝึกทักษะซึ่งมีวิธีการฝึกแบบต่างๆ

- นำไปใช้ บางชั่วโมงก็อาจจะสามารถนำไปใช้ได้ แต่บางสาระการเรียนรู้ก็อาจจะต้องนำไปใช้

ในชั่วโมงต่อไป

- ยกโจทย์ตรวจสอบความเข้าใจ ซึ่งควรเป็น โจทย์สั้นๆ ใช้เวลาไม่มาก

ขั้นสรุป เป็นการสรุปสาระสำคัญก่อนที่จะหมดชั่วโมง ซึ่งผู้สอนอาจใช้คำถามตอบ คำประพันธ์ เพลง ฯลฯ ตามสาระการเรียนรู้ แต่ไม่ใช่คำว่า “ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป” เพราะนักเรียนได้เรียนมาแล้ว ในต้นชั่วโมงจึงต้องให้นักเรียนสรุปเอง

5. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ จะวัดผลและประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งในด้านความรู้จะใช้การสังเกตรวมๆ วัดแต่ละชั่วโมง เช่น สังเกตจากการตอบคำถาม การทำกิจกรรม หลังสอนจบแล้วก็จะสามารถประเมินผลได้ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจเพิ่มเติมจากที่บ้าน หรือเอกสารที่ผู้สอนมอบหมายเพิ่มเติม

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ ด้านคุณลักษณะเขียนเป็นความเรียงต่อกันไป สำหรับด้านความรู้ให้ยกตัวอย่างที่นักเรียนทำไม่ได้ เขียนตามความเป็นจริงที่นักเรียนไม่เข้าใจ จะได้หาทางแก้ไขและซ่อมเสริมต่อไป สำหรับด้านทักษะและกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ ก็เขียนตามที่สังเกตเห็นตามความเป็นจริง

ผู้วิจัยจะเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น และแทรกกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียน โดยได้จากการระดมสมองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น มาแล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหาการเรียนของนักเรียน เพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราชการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดังนี้

Wilson (1971) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถ

Good (1973) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้รับและทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาตามปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบหรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

นิภา เมธาวีชัย (2536) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆเช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

อัญญา โพธิพลาการ (2545) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ และทักษะที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ อันเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้

จากคะแนนของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น นั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ ตามที่ Wilson (1971) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดที่เกี่ยวกับทักษะในการคิดคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่ายๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้วเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับพื้นฐานแรกสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ

- ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นการถามเพื่อที่จะวัดความรู้ความจำถึงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบหรือแบบเดียวกันที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้วตลอดจนความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนได้สะสมมาเป็นระยะเวลาานาน
- ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นการถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่างๆตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว คำถามอาจจะถาม โดยตรงหรือโดยอ้อม โดยไม่ต้องอาศัยการคำนวณ หรือความรู้อื่นมาช่วย
- ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาคำนวณดำเนินการตามกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ แบ่งเป็น 6 ชั้นคือ

- ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถในการนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กันแล้วสรุปความหมายตามความเข้าใจของตนเอง
- ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิงทั่วไป (Knowledge of Principles, Rule and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎมาสัมพันธ์กันระหว่างความคิดรวบยอดและปัญหา
- ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางพีชคณิต
- ความสามารถในการแปลงรูปของปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง (Ability of Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์

- ความสามารถในการดำเนินการตามแนวของเหตุผล (Ability of Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์โดยดำเนินการตามแนวเหตุผลขณะที่ย่าน

- ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a mathematics problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ รวมถึงการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว โดยอาศัยความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาใหม่เป็นผลสำเร็จพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น ได้แก่

- ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย (Ability to Solve Routine Problem) ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ด้านการคำนวณ ความเข้าใจ และการใช้กระบวนการเพื่อแก้ปัญหาจนได้คำตอบ

- ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการนำข้อมูล 2 ชุดมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยการเปรียบเทียบ สรุป และตัดสินใจ

- ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะ และตัดสินใจว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

- ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อมูล การแปลงปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการสำรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดปัญหา

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดทางสติปัญญาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งพฤติกรรมในขั้นนี้ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลก ไม่คุ้นเคยมาก่อน การแก้ปัญหาคอบคลุมถึงความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมาแล้ว พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ชั้นดังนี้

- ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problem) เป็นความสามารถในการตอบคำถามที่ซับซ้อน ผู้เรียนต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้วผสมผสานกับความเข้าใจในความคิดรวบยอด นิยาม เพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่

- ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆที่โจทย์กำหนดให้ มาสัมพันธ์กันใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

- ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสื่อสารเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลด้วยตนเอง โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆเข้ามาช่วยแก้ปัญหา

- ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลควบคุมความสามารถในการสร้างพิสูจน์ ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบว่าพิสูจน์ถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดบ้างผิดพลาด

2.5.2 ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและโรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งคน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

2.5.3 ความหมายและประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มี 2 ประเภท (สิริพร ทิพย์คง, 2545) คือ

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน (Standardized Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผลร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเฉพาะ มีการวางแผนการสร้างข้อสอบอย่างมีระบบ กำหนดวัตถุประสงค์ มีการทดลองใช้แบบทดลองที่สร้างขึ้น

เพื่อตรวจสอบความเป็นมาตรฐาน มีการกำหนดเวลาของการทดสอบและวิธีดำเนินการสอน ตลอดจนมีคู่มือประกอบการใช้แบบทดสอบอย่างละเอียด แบบทดสอบมาตรฐานจะมีการวิเคราะห์และปรับปรุงหลายครั้งจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพดี

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้าง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนของนักเรียนในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว

แบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในห้องเรียนควรจะสร้างโดยครูที่ทำการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะให้ผลที่ดีกว่าการให้ผู้อื่นที่ไม่ได้ทำการสอนเป็นผู้สร้าง และผู้สร้างแบบทดสอบที่ดีควรมีคุณสมบัติ (สิริพร ทิพย์คง, 2545) ดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่มีความรู้อย่างแจ่มแจ้งและชัดเจน ถูกต้อง ในเนื้อหาที่จะออกข้อสอบ
- 2) เป็นผู้ที่รู้จักและเข้าใจถึงความสามารถของนักเรียนในชั้นที่ตนสอนอยู่
- 3) มีความสามารถในการเลือกคำถามและตั้งคำถามได้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
- 4) รู้แนวทางหรือสิ่งที่นักเรียนบางคนหรือบางกลุ่มมักเข้าใจผิดบ่อยๆ ในการตอบคำถามหรือทำแบบฝึกหัด เพื่อครูจะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาสร้างเป็นตัวลวง
- 5) เป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้ภาษา สามารถเขียนข้อสอบได้ชัดเจนสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าโจทย์จะให้ทำอะไร
- 6) เป็นผู้ที่รู้เทคนิคในการเขียนแบบทดสอบชนิดต่างๆ
- 7) เป็นผู้ที่มีความพยายามและความอดทนในการที่จะสร้างข้อสอบที่ดี

การที่ครูผู้สอนเป็นคนสร้างแบบทดสอบด้วยตนเองนั้น มีข้อดีในแง่ต่างๆ ดังนี้

- 1) ทำให้ครูผู้สอนเข้าใจจุดมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น
- 2) แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นจะเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของคณิตศาสตร์ที่ใช้ในระดับชั้นนั้น ได้ดีกว่าที่จะให้ผู้อื่นสร้าง
- 3) การสอบและการสอนถ้าจัดทำโดยบุคคลคนเดียวกัน จะทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าที่จะเป็นคนที่คนละคนทำ

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

- 1) ความตรง แบบทดสอบที่มีความตรงเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด สำหรับการที่จะสร้างข้อสอบให้มีความตรงนั้น ข้อทดสอบจะต้องถามให้ครอบคลุมเนื้อหาที่มีในหลักสูตร พฤติกรรมการเรียนรู้

ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตามแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมอย่างได้สัดส่วนกัน เนื้อหาใดที่มีความสำคัญมากก็ถามหลายๆ ข้อ ถ้ามีความสำคัญน้อยก็ถามน้อยข้อ

2) **ความเชื่อมั่น** แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็นแบบทดสอบที่สามารถให้ผลการวัดได้คงที่ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปวัดกี่ครั้ง

3) **ความเป็นปรนัย** แบบทดสอบที่มีความปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจนเฉพาะเจาะจง เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกันว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และถามอะไร นอกจากนั้นการตรวจให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนนก็ต้องชัดเจน โดยผู้ตรวจทุกคนสามารถตรวจให้คะแนนตรงกันและแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

4) **การถามลึก** หมายถึง ไม่ถามแต่เพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำโดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5) **ความยุติธรรม** คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้เรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆ แล้วตอบได้ และต้องเป็นข้อสอบที่มีความลำเอียงต่อกลุ่มนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ

6) **อำนาจจำแนก** แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่า ใครเก่ง ใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียด ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7) **ความยากง่ายพอเหมาะ** แบบทดสอบนี้จะต้องไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบแต่ละข้อควรมีความยากง่ายโดยเฉลี่ยแล้ว จะมีนักเรียนประมาณ 50% ตอบได้ถูกต้อง และอีก 50% ตอบผิดหรือทำไม่ได้ ข้อสอบที่ยากเกินไปเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมายเพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนที่เก่งตอบถูกหมดและนักเรียนที่เรียนอ่อนก็ตอบได้ถูกหมด ก็ไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ ฉะนั้นจึงควรออกข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะพอควรไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นที่มีความตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ มีความเชื่อมั่น มีอำนาจจำแนก และมีความยากง่าย ซึ่งผู้วิจัยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้ศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 จากการสนทนากลุ่มครูผู้สอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์ ได้สะท้อนสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนในด้านต่างๆ ดังนี้

สภาพและปัญหาด้านผู้เรียน พบว่า 1) ผู้เรียนในช่วงชั้นที่ 1 ขาดทักษะทางด้านภาษา 2) จำนวนผู้เรียนต่อห้องมีจำนวนมากเกินไป 3) ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4) นโยบายจัดการเรียนร่วมทำให้คุณภาพการศึกษาลดลง 5) ผู้เรียนไม่ให้ความสำคัญและขาดการใฝ่เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และ 6) ผู้เรียนมีปัญหาครอบครัว

สภาพและปัญหาด้านครู พบว่า 1) ครูสอนไม่ตรงกับสาขาวิชาที่จบการศึกษา 2) ครูมีภาระงานมาก 3) ครูมีจำนวนไม่เพียงพอและขาดความสมดุลในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ 4) ครูใช้เวลาในการทำผลงานทางวิชาการมากสนใจการสอนน้อยลง และ 5) ครูสอนโดยไม่ใช้สื่อการเรียนการสอน

สภาพและปัญหาด้านหลักสูตร พบว่า 1) หลักสูตรมีเนื้อหาการเรียนรู้มากแต่เวลาเรียนมีน้อย 2) การจัดโครงสร้างหลักสูตรและสาระที่แตกต่างกันของแต่ละสถานศึกษาเป็นปัญหากับเด็กที่ย้ายสถานศึกษา และ 3) การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาไม่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา

สภาพและปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่า มีการจัดทำแผนแต่ไม่ได้สอนตามแผน

สภาพและปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน พบว่า 1) ครูส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตสื่อการเรียนการสอนเอง และ 2) สื่อการสอนที่ได้รับไม่ตรงกับเนื้อหาและความต้องการของครูผู้สอน

สภาพและปัญหาด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียน พบว่า 1) ครูขาดความรู้และทักษะในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผล 2) ครูเน้นการประเมินสภาพจริงแต่ใช้เครื่องมือวัดผลที่หลากหลาย 3) การวัดผลเน้นการวัดเชิงพฤติกรรมมากกว่าด้านความรู้ 4) การวัดผลเอื้อต่อผู้เรียนมากทำให้ไม่มีการตกซ้ำชั้น 5) การมีระบบประเมินคุณภาพการศึกษาในระดับชาติทำให้เกิดกรณีปล่อยเกรด และ 6) การกำหนดให้มีการประเมินผลเป็นรายปีสำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 1, 2 และ 3 ไม่เหมาะสม

สภาพและปัญหาด้านการส่งเสริมและสนับสนุนของผู้เกี่ยวข้อง พบว่า 1) ผู้บริหารสถานศึกษาให้ความสำคัญด้านวิชาการน้อย 2) สถานศึกษาขนาดเล็กได้รับงบประมาณสนับสนุนค่อนข้างน้อย และ 3) การนิเทศจากภายในสถานศึกษาขาดความพร้อมและความต่อเนื่อง

Even และ Kvatinsky (2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับกรอบการวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น และนำเสนอการเปรียบเทียบระหว่างผู้สอน 2 คน ที่ใช้วิธีการสอนแตกต่างกันในบทเรียนเรื่องความน่าจะเป็น โดยผู้สอนคนหนึ่ง มีจุดมุ่งหมายในการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน ส่วนผู้สอนอีกคนหนึ่ง จะให้ความสำคัญกับวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ ในการศึกษาครั้งนี้ มีปัญหาที่พบทั้งหมด 193 ปัญหา ที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ จากผลการศึกษาพบว่า มีผลบางส่วนที่คล้ายคลึงกัน และมีบางส่วนที่แตกต่างกัน จากการที่ผู้สอนทั้ง 2 คน ที่ใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกัน การทำงานวิจัยครั้งนี้ ได้มีการยอมรับว่า วิธีการสอนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการสอนแตกต่างกัน แม้ว่าใช้ขอบเขตเนื้อหาเหมือนกัน จากตำราเรียนเล่มเดียวกัน

Dimitris, et al. (2009) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความยากในการเรียนและการสอนสถิติของนักเรียนมัธยมศึกษาประเทศกรีซ กรณีศึกษานักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนเอกชน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ระบุความยากและวิธีการที่ลำบากในการเรียนรู้สถิติซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักสูตร นอกจากนี้นักเรียนยังได้ระบุถึงปัญหาของครูในการจัดการเรียนการสอนสถิติ และข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนมีความพึงพอใจ

จากสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้จะศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนคณิตศาสตร์วิชาความน่าจะเป็น โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาความน่าจะเป็นในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และใช้กรอบการวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของ Even และแนวคิดของ Dimitris, et al. แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสถิติและความน่าจะเป็น

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ และจิราพร กุลฉันทวิทย์ (2548, 2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนความน่าจะเป็น โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากแผนการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดมีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากแผนการเรียนรู้แบบปกติ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน การประเมินสภาพจริง และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินสภาพจริงในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

วิศา ขุนพรหม (2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบการคิดของนักเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวังชมภูวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม จากนักเรียนจำนวน 5 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยพบว่า รูปแบบการคิดของนักเรียนเป็นการคิดวิจารณ์ญาณ บทเรียนที่ใช้รูปแบบการคิดของนักเรียนมีประสิทธิภาพ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการคิดของนักเรียนสูงกว่าการสอนปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สุทธิรัตน์ สุขสวัสดิ์ (2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแผนการสอน เรื่องการแจกแจงความน่าจะเป็นชนิดไม่ต่อเนื่อง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์และสถิติช่วยในการสอน ผลวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากแผนการสอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์และสถิติมีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากแผนการสอนแบบปกติ กลุ่มที่เรียนด้วยแผนการสอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์และสถิติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ “ดี” พฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับ “ดี” และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ระดับ “สูง” ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดิศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์ และอรอุมา กลิ่นโลกย์ (2550) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากบทเรียนแบบปกติ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

อารี แสงจำ (2550) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมองสูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง เรื่องความน่าจะเป็น ผ่านเกณฑ์ คือ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิลาลักษณ์ ทองทิพย์ (2550) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาการให้เหตุผลทางสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการให้เหตุผลทางสถิติโดยภาพรวมอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และเมื่อจำแนกพบว่า ด้านการให้เหตุผลเกี่ยวกับความไม่แน่นอน และด้านการให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวอย่างมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงให้เหตุผลทางสถิติดีว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่านักเรียนที่มีลักษณะชีวสังคมภูมิหลังด้านเพศ จำนวนพี่น้อง ลักษณะครอบครัว อาชีพของบิดาและมารดา บุคคลที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย สถานภาพของบิดามารดา งานอดิเรก สื่อที่นักเรียนรับข่าวสาร และการอ่านวารสาร รายงานผลการวิจัย แตกต่างกัน ให้เหตุผลทางสถิติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญญาสา แซ่หลอ (2550) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลของการใช้การบูรณาการด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในแต่ละระดับภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลของการใช้การบูรณาการด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงพบว่านักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง และความสามารถในการเชื่อมโยงมีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์เชิงเส้น โดยมีคุณภาพ 35%

รุ่งฤดี ศิริบุรี (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอน 4 ขั้น คือ ขั้นนำ ประกอบด้วย การทบทวนความรู้เดิมและแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นสอน ประกอบด้วย การเสนอปัญหาและไตร่ตรองรายบุคคล การไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 10 กลุ่ม การไตร่ตรองรายระดับชั้น โดยตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาต่อนักเรียนทั้งชั้น ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหลักการและสาระสำคัญในเรื่องที่เรียน และขั้นนำไปใช้ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจและนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหา ผลที่ได้จากการสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กล้าคิด กล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบและมีความสุขในการเรียน และนักเรียนทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

กฤษณา ไสยศรี (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณศิริ หลงรัก (2553) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่องสถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 83.33/80.31 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2553) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนเรื่องความน่าจะเป็นและสถิติหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้นวัตกรรมการสอน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนโดยใช้นวัตกรรม มีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากบทเรียนแบบปกติ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

Libman (2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการการวิเคราะห์ข้อมูลจริงในการสอนสถิติตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการการวิเคราะห์ข้อมูลจริงในการสอนสถิติตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้อธิบายถึงศักยภาพที่เกิดขึ้นของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีการสอนอีกทางเลือกที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาท มีส่วนร่วม และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง และพบว่าการสอนสถิติตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าถึงชุดข้อมูล และกิจกรรมที่ซับซ้อน มีความยืดหยุ่นทางความคิดและมีความคิดสร้างสรรค์

Francesca และ Caterina (2010) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยของความเข้าใจและ ความไม่เข้าใจการเรียนสถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านความรู้และความไม่เข้าใจในระหว่างการเรียนของพวกเขา และปัจจัยความไม่เข้าใจและความไม่เข้าใจผลต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Thomas (2009) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การทำกิจกรรม Hands-On เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน โดยการออกแบบและการประเมินสื่อในกิจกรรมวิชาสถิติเบื้องต้น ในการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความคิดของทฤษฎีขีดจำกัด กลางช่วงความเชื่อมั่นและการทดสอบสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสะท้อนแนวคิดการทำกิจกรรม และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินผลกิจกรรมสามารถนำผลของการออกแบบเครื่องมือการสอนและกิจกรรมไปเพิ่มประสิทธิภาพในการรวบรวมข้อมูลของนักเรียนได้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสถิติและความน่าจะเป็น จะมีการจัดกิจกรรมการ โดยใช้นวัตกรรมการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ยังคงขาดการศึกษาปัญหาการเรียนของนักเรียนมาก่อน ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาการเรียนจากการระดมสมองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น แล้วนำผลการระดมสมองของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อมาวิเคราะห์ปัญหาการเรียนของนักเรียน แล้วสอดคล้องกับนวัตกรรมการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น เพื่อให้ นักเรียนเกิดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนของนักเรียน