

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินการวิจัย โดยแยกตามหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 2.1 ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย
 - 2.2 ระบบจำนวนเต็ม
 - 2.3 เลขยกกำลัง
3. แนวคิดเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 3.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
 - 3.4 กระบวนการแก้ปัญหา
4. แนวคิดเกี่ยวกับข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน
 - 4.2 ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจัย
 - 5.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจัย
 - 5.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย
 - 5.3 เทคนิคและการสร้างแบบทดสอบวินิจัย
 - 5.4 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 - 5.5 คะแนนจุดตัด

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบเป็นระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข จึงกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551ก : 3-8)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

- มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
- มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

- มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

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

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 เรื่อง ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ระบบจำนวนเต็มและเลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นปัญหาที่สำคัญมากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ กำหนดให้คุณภาพผู้เรียนและตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง รายละเอียด ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551ก : 5-20)

1. คุณภาพผู้เรียน

1.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

1.2 ใช้วิธีการหลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. บวก ลบ คูณ จำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม	- การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนเต็ม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. บวก ลบ คูณ การเศษส่วนและทศนิยมและนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหารและบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม	- การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วนและทศนิยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม
	3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม	- เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
	4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	- การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
	5. นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา	- พ.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับและการนำไปใช้ - การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้

จากหลักสูตรแกนกลางที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยนำสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ระบบจำนวนเต็ม และเลขยกกำลัง มาเป็นปัญหาที่สำคัญมากในการศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สาระจำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551ข : 1-11) ได้กล่าวถึง ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ไว้ดังนี้

1.1 ตัวหารร่วมมาก (Greatest common divisor)

จำนวนนับที่หารจำนวนนับสองจำนวนใด ๆ ลงตัว จะเรียกจำนวนนับนั้นว่าตัวประกอบร่วมของจำนวนนับทั้งสองนั้น

ตัวประกอบร่วม ที่มีค่ามากที่สุดของจำนวนนับสองจำนวนใด ๆ เรียกว่า ตัวหารร่วมมาก หรือ ห.ร.ม. ของจำนวนนับทั้งสองนั้น

การหาตัวหารร่วมมากของจำนวนนับ หรือเขียนย่อ ๆ ว่า ห.ร.ม. ของจำนวนนับสามารถแสดงการหาได้โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 โดยการพิจารณาตัวประกอบ

1.1.2 โดยการแยกตัวประกอบ

1.1.3 โดยการตั้งหาร

1.2 ตัวคูณร่วมน้อย (Least common multiple)

จำนวนนับที่น้อยที่สุด ที่มีจำนวนนับสองจำนวนใด ๆ เป็นตัวประกอบ จะเรียกจำนวนนับนั้นว่า ตัวคูณร่วมน้อย หรือ ค.ร.น. ของจำนวนนับทั้งสองจำนวนนั้น

การหาตัวคูณร่วมน้อยของจำนวนนับ หรือเขียนย่อ ๆ ว่า ค.ร.น. ของจำนวนนับสามารถแสดงการหาได้โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 โดยการพิจารณาพหุคูณ

1.2.2 โดยการแยกตัวประกอบ

1.2.3 โดยการตั้งหาร

จากเนื้อหา เรื่อง ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย ทำให้สามารถสรุปขอบเขตของเนื้อหา เพื่อนำไปเป็นกรอบการสร้างข้อสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อย จะต้องมึเนื้อหาที่สำคัญ คือ ตัวหารร่วมมากและตัวคูณร่วมน้อยและการนำไปใช้

2. ระบบจำนวนเต็ม

2.1 ระบบจำนวนจริง กระทรวงศึกษาธิการ (2551ช : 23-55) ได้กล่าวถึง ระบบจำนวนเต็ม ไว้ดังนี้

จำนวนเต็ม ประกอบด้วย จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์

การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม การเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนที่ไม่เท่ากัน เพื่อดูว่าจำนวนใดน้อยกว่าหรือจำนวนใดมากกว่า แสดงได้ด้วยเส้นจำนวนโดยจำนวนเต็มที่อยู่ทางขวาจะมากกว่าจำนวนเต็มที่อยู่ทางซ้ายเสมอ

2.1.1 การบวกจำนวนเต็ม มีหลักเกณฑ์การบวกจำนวนเต็มมีดังนี้

1) การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก

2) การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ

3) การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์ไม่เท่ากัน ให้นำค่าสัมบูรณ์ที่มากกว่าลบด้วยค่าสัมบูรณ์ที่น้อยกว่า แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก หรือจำนวนเต็มลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า

4) การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันผลบวกเท่ากับ 0

2.1.2 การลบจำนวนเต็ม ในการลบจำนวนเต็มนั้นอาศัยการบวกตามข้อตกลง ดังนี้

$$\text{ตัวตั้ง} - \text{ตัวลบ} = \text{ตัวตั้ง} + \text{จำนวนตรงข้ามของตัวลบ}$$

นั่นคือ เมื่อ a และ b แทนจำนวนเต็มใด ๆ

$$a - b = a + \text{จำนวนตรงข้ามของ } b$$

$$\text{หรือ } a - b = a + (-b)$$

2.1.3 การคูณจำนวนเต็ม หลักเกณฑ์การคูณจำนวนเต็ม มีดังนี้

1) การคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

2) การคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

3) การคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

4) การคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

2.1.4 การหารจำนวนเต็ม การหารจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็มที่เป็นการหารลงตัว อาศัยการคูณตามข้อตกลง ดังนี้

ตัวหาร \times ผลหาร = ตัวตั้ง หลักเกณฑ์การหารจำนวนเต็ม ให้นำค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งและค่าสัมบูรณ์ของตัวหารมาหารกัน แล้วพิจารณา ดังนี้

1) ถ้าทั้งตัวตั้งและตัวหารเป็นจำนวนเต็มบวกทั้งคู่ หรือจำนวนเต็มลบทั้งคู่ จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวก

2) ถ้าทั้งตัวตั้งหรือตัวหารตัวใดตัวหนึ่งเป็นจำนวนเต็มลบ โดยที่อีกตัวหนึ่งเป็นจำนวนเต็มบวก จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มลบ

2.2 สมบัติของจำนวนเต็ม

2.2.1 สมบัติการสลับที่

1) สมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

ถ้า a และ b แทนจำนวนเต็มใด ๆ แล้ว $a + b = b + a$

2) สมบัติการสลับที่สำหรับการคูณ

ถ้า a และ b แทนจำนวนเต็มใด ๆ แล้ว $a \times b = b \times a$

2.2.2 สมบัติการเปลี่ยนหมู่

1) สมบัติการเปลี่ยนหมู่สำหรับการบวก

ถ้า a , b และ c แทนจำนวนเต็มใด ๆ แล้ว $(a + b) + c = a + (b + c)$

2) สมบัติการเปลี่ยนหมู่สำหรับการคูณ

ถ้า a , b และ c แทนจำนวนเต็มใด ๆ แล้ว $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$

2.2.3 สมบัติการแจกแจง

ถ้า a , b และ c แทนจำนวนเต็มใด ๆ แล้ว

$$a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$$

$$\text{และ } (b + c) \times a = (b \times a) + (c \times a)$$

2.3 สมบัติของหนึ่งและศูนย์

2.3.1 สมบัติของหนึ่ง

1) การคูณจำนวนใด ๆ ด้วยหนึ่ง หรือหนึ่งคูณด้วยจำนวนใด ๆ จะได้ผลคูณเท่ากับจำนวนนั้น

2) การหารจำนวนใด ๆ ด้วยหนึ่งจะได้ผลหารเท่ากับจำนวนนั้น

2.3.2 สมบัติของศูนย์

1) การบวกจำนวนใด ๆ ด้วยศูนย์หรือการบวกศูนย์ด้วยจำนวนใด ๆ จะได้ผลบวกเท่ากับจำนวนนั้น

2) การคูณจำนวนใด ๆ ด้วยศูนย์หรือการคูณศูนย์ด้วยจำนวนใด ๆ จะได้ผลคูณเท่ากับศูนย์

3) การหารศูนย์ด้วยจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ จะได้ผลหารเท่ากับศูนย์

จากเนื้อหา เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ทำให้สามารถสรุปขอบเขตของเนื้อหาเพื่อนำไปเป็นกรอบการสร้างข้อสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม จะต้องมึเนื้อหาที่สำคัญคือ การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม และสมบัติของจำนวนเต็ม

3. เลขยกกำลัง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551ข : 65-95) ได้กล่าวถึง เลขยกกำลัง ไว้ดังนี้

3.1 ความหมายของเลขยกกำลัง

ถ้า a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “ a ยกกำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมาย ดังนี้

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง

3.2 การดำเนินการของเลขยกกำลัง

3.2.1 การคูณเลขยกกำลังเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก

เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

3.2.2 การหารเลขยกกำลังเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก

1) เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m, n แทนจำนวนเต็มบวก

และ $m > n$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

2) เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m, n แทนจำนวนเต็มบวก และ

$m = n$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

บทนิยาม เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์

$$a^0 = 1$$

3) เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m, n แทนจำนวนเต็มบวกและ

$$m < n$$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

บทนิยาม เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ และ n แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

3.3 การนำไปใช้

การเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์แทนจำนวนมาก ๆ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปการคูณของเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบ และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มมีรูปทั่วไปเป็น

$$A \times 10^n \text{ เมื่อ } 1 \leq A < 10 \text{ และ } n \text{ เป็นจำนวนเต็ม}$$

การเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์แทนจำนวนน้อย ๆ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปการคูณของเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบ และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มมีรูปทั่วไปเป็น

$$A \times 10^{-n} \text{ เมื่อ } 1 \leq A < 10 \text{ และ } n \text{ เป็นจำนวนเต็ม}$$

จากเนื้อหา เรื่อง เลขยกกำลัง ทำให้สามารถสรุปขอบเขตของเนื้อหาเพื่อนำไปเป็นกรอบการสร้างข้อสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จะต้องมีเนื้อหาที่สำคัญ คือ การดำเนินการของเลขยกกำลังและการนำไปใช้

แนวคิดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1. ความหมายของโจทย์ปัญหา

ยุพิน พิพิธกุล (2537 : 66) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า ปัญหาเป็นสภาพซึ่งแต่ละบุคคลหรือกลุ่ม ได้กระทำงานอย่างหนึ่งซึ่งไม่มีวิธีการง่าย ๆ ที่จะนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหานั้น

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2541 : 2) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้

ว่า

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือ จำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

นพพร แหยมแสง (2546 : 96) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนส่วนใหญ่แท้จริงแล้วนักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพียงเล็กน้อย เพราะไม่มีอุปสรรคกีดกัน ถ้านักเรียนสามารถจดจำกลยุทธ์หรือวิธีการที่จะประยุกต์สถานการณ์นั้นย่อมไม่ใช่ปัญหา แต่เป็นเพียงแบบฝึกหัด

ครอล และมิลเลอร์ (Kroll and Miller. 1993 : 59) กล่าวว่า ว่าปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ควรมีความลึกซึ่งมากกว่างานที่ทำอยู่เป็นประจำที่เกี่ยวกับปัญหาเรื่องราว (Story problem) ที่เน้นย้ำกันอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียน และปัญหาเป็นเรื่องจำเพาะเจาะจงของแต่ละบุคคลที่จะต้องเผชิญกับอุปสรรคในการตอบคำถามนั้น ๆ กล่าวคือ ผู้แก้ปัญหมาถึงจุดที่ไม่ทราบว่าจะทำอย่างไรต่อไป

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง โจทย์ที่เป็นภาษา ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือตัวเลข บุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลาเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดปัญหา

2. ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2541 : 2) จำแนกปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหาปกติ (Routine problem) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไป ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine problem) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิดและปริศนาต่าง ๆ ผู้แก้ปัญหาคือต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544ก : 26 - 30) ได้แบ่งปัญหาออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือ โจทย์ปัญหา (Routine or word problem solving) เป็นปัญหาที่พบเห็นโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เป็นปัญหาที่โครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับ โครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีแก้ปัญหา

ประเภทที่ 2 ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (Non - routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการ คิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนต้องเข้าใจ โจทย์วางแผนแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาลงจนคิดหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะได้ยุทธวิธีในการคิดที่หลากหลาย

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่ท้าทาย และให้ความสนุกสนาน

จากการจำแนกประเภทของ โจทย์ปัญหาที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า การจำแนก โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำแนกเป็นปัญหาปกติไม่ซับซ้อนพบเห็นได้ทั่วไป และปัญหาไม่ปกติ ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ทักษะ ความรู้ความสามารถหลายอย่างมาใช้ในการแก้ปัญหา ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์ปัญหาทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับ โครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีแก้ปัญหา

3. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544ก : 49-52) กล่าวว่า การฝึกทักษะเพื่อสร้างความชำนาญในการคิดแก้ปัญหามีความสำคัญ ต้องอาศัยการฝึกฝนให้เกิดทักษะ ครูมีหน้าที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาก็พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ ในทันทีขณะที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลาย ดังนี้

3.1 การจำลองสถานการณ์หรือการลองใช้รูปแบบการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาบางอย่างนักเรียนอาจเลือกใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ จำลองตามเรื่องราวของปัญหาหรือ โจทย์ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้เห็นรูปแบบของการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ และจะช่วยให้อ่าน สถานการณ์ของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.2 การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบในหลาย ๆ สถานการณ์เราสามารถให้แผนภาพหรือภาพแทนการใช้รูปจำลองได้ ขณะที่ผู้แก้ปัญหากำลังวาดแผนภาพนั้น เขามักจะสังเกตเห็นตัวแปรใหม่ ๆ เกี่ยวกับ โจทย์ปัญหา ซึ่งเขาไม่ได้คำนึงถึงมาก่อนในตอนแรก

3.3 การเดาและตรวจสอบคำตอบ บางครั้งใช้วิธีเดาแล้วจึงตรวจสอบคำตอบ ในการแก้ปัญหา ซึ่งเปรียบได้กับการลองผิดลองถูก แต่ต้องเป็นการเดาโดยใช้ความรู้พื้นฐานเดิม มาใช้ประกอบในการตัดสินใจ

3.4 การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด การจกรายการสิ่งที่ได้ลงคิดไว้แล้ว อาจทำ รายการตัวเลขไว้เพื่อช่วยจัดลำดับความคิด แล้วทำเครื่องหมายไว้ว่า ตัวเลขชุดใดบ้าง แก่ปัญหานั้น ไม่ได้ จะได้ไม่ต้องมาทำซ้ำอีก

3.5 การจัดทำตารางหรือแผนภูมิ อาจใช้วิธีนี้แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และเส้นรอบรูป โดยเขียนข้อมูลแยกเป็นคอลัมน์

3.6 การเขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ ในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาอาจเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือแก่ประโยคสัญลักษณ์ในลักษณะต่าง ๆ บางคนอาจแก้โจทย์ปัญหาในหัวข้อ การเดาและตรวจสอบคำตอบ โดยเขียนในรูประบบสมการ

3.7 การค้นหารูปแบบ ในการค้นหารูปแบบต้องจัดข้อมูลเป็นลำดับหรือตาราง

3.8 การนำไปสัมพันธ์กับปัญหาที่คล้ายกัน การรู้จักวิธีการแก้ค้นหารูปแบบ และคิดว่า “เคยแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อนแล้ว” การที่สามารถหาจุดที่เหมือนกันของการแก้โจทย์ปัญหาที่ต่างกันได้ จะทำให้หาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นเรื่องง่าย

3.9 การมองปัญหาย้อนกลับหรือการคิดถอยหลัง บางครั้งการคิดถอยหลังจะ ช่วยแก้โจทย์ปัญหาได้ ถ้าสลับตำแหน่งจากที่วางแผนไว้เดิม จะช่วยให้แก้โจทย์ปัญหา ได้ง่ายขึ้น

3.10 การใช้เหตุผล คนแต่ละวัยมีวิธีการคิดของตนไปคนละแบบ แต่ต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม

นพพร แหมมแสง (2546 : 98) กล่าวว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนอย่างระมัดระวังในการทำงาน หรือศิลปะของการวางแผนการทำงานสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจต้องใช้ความมุ่งมั่นในการทำงาน เนื่องจากยังมองไม่เห็นแนวทางหรือวิธีการที่เด่นชัดที่จะไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ หรือแนวทางที่เด่นชัดที่จะไปสู่คำตอบ

สรุปได้ว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนอย่างระมัดระวังในการทำงาน ซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนเพื่อสร้างความชำนาญในการคิดแก้ปัญหา ปัญหาเดียวกันแต่ผู้แก้ปัญหาต่างคนกัน อาจเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาต่างกัน

4. กระบวนการในการแก้ปัญหา

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533 : 129) กล่าวว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะการอ่าน ทักษะการแปลความหมาย โจทย์ และทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์ หาความสัมพันธ์ของจำนวนที่กำหนดให้กับสถานการณ์ เพื่อหาผลลัพธ์หรือคำตอบของโจทย์ได้อย่างถูกต้อง

กรมวิชาการ (2536 : 13-30) ได้เสนอแนะขั้นตอนลำดับขั้นการแก้ปัญหของโพลยา (Polya) สำหรับใช้ในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา

1.1 อ่านหรือพิจารณาปัญหาและเล่ารายละเอียดทั้งหมดตามความเข้าใจของตนเอง การให้นักเรียนฟังหรืออ่าน โจทย์ปัญหานั้น นักเรียนแต่ละคนอาจมีความเข้าใจในโจทย์ดังกล่าวแตกต่างกันไป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ควรให้นักเรียนเล่าตามความเข้าใจ โดยใช้สำนวนภาษาของตนเองแนะนำนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ร่วมแสดงความคิดเห็น เรื่องราวที่เล่ามานั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไรหรือมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอะไรบ้าง

1.2 พิจารณาลักษณะของคำตอบ นักเรียนมีการพิจารณาลักษณะของคำตอบ หรือสิ่งที่ยังไม่รู้ว่าจะมีลักษณะอย่างไร เช่น คำตอบอาจได้จะได้จากผลการวัดต่าง ๆ การคำนวณจากรูปทรงเรขาคณิต หรือคำตอบอาจเป็นตัวเลขหรือข้อความ และถ้าคำตอบเป็นตัวเลขก็ให้คาดคะเนขนาดของคำตอบด้วยว่า จะมีขนาดใด จะใช้หน่วยอะไร การพิจารณาลักษณะของคำตอบจะช่วยให้เข้าใจแนวทางการแก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

1.3 หาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่แล้วในปัญหาหรือโจทย์ปัญหา เรียกว่า “สิ่งที่ทราบแล้ว” หรือ “สิ่งที่โจทย์บอก” ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการหาคำตอบอย่างไร ข้อมูลใดจำเป็น ข้อมูลใดไม่จำเป็น มีข้อมูลอะไรบ้างที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา หรือการหาคำตอบแต่โจทย์ไม่ได้กำหนดมาให้ ซึ่งจะต้องพิจารณาต่อไปว่าจะหาข้อมูลที่โจทย์ยังไม่ได้กำหนดมานั้นได้อย่างไร ข้อมูลที่ทราบนั้นมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบอย่างไร

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา บางคนอาจใช้วิธีการลองผิดลองถูก ซึ่งทำให้เสียเวลาและโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาก็มีน้อย ในทางกลับกันคนที่เรียนรู้ยุทธวิธีต่าง ๆ อย่างหลากหลายกลับมีโอกาสแก้ปัญหาได้ดีกว่า การเลือกใช้ยุทธวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับ

กับลักษณะของปัญหาและบุคคลผู้แก้ปัญหาเป็นสำคัญ ในปัญหาบางอย่างอาจใช้ยุทธวิธีได้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน เมื่อได้ลองวางแผนแล้วขั้นนี้ก็เพียงแต่ลงมือทำตามแผน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้

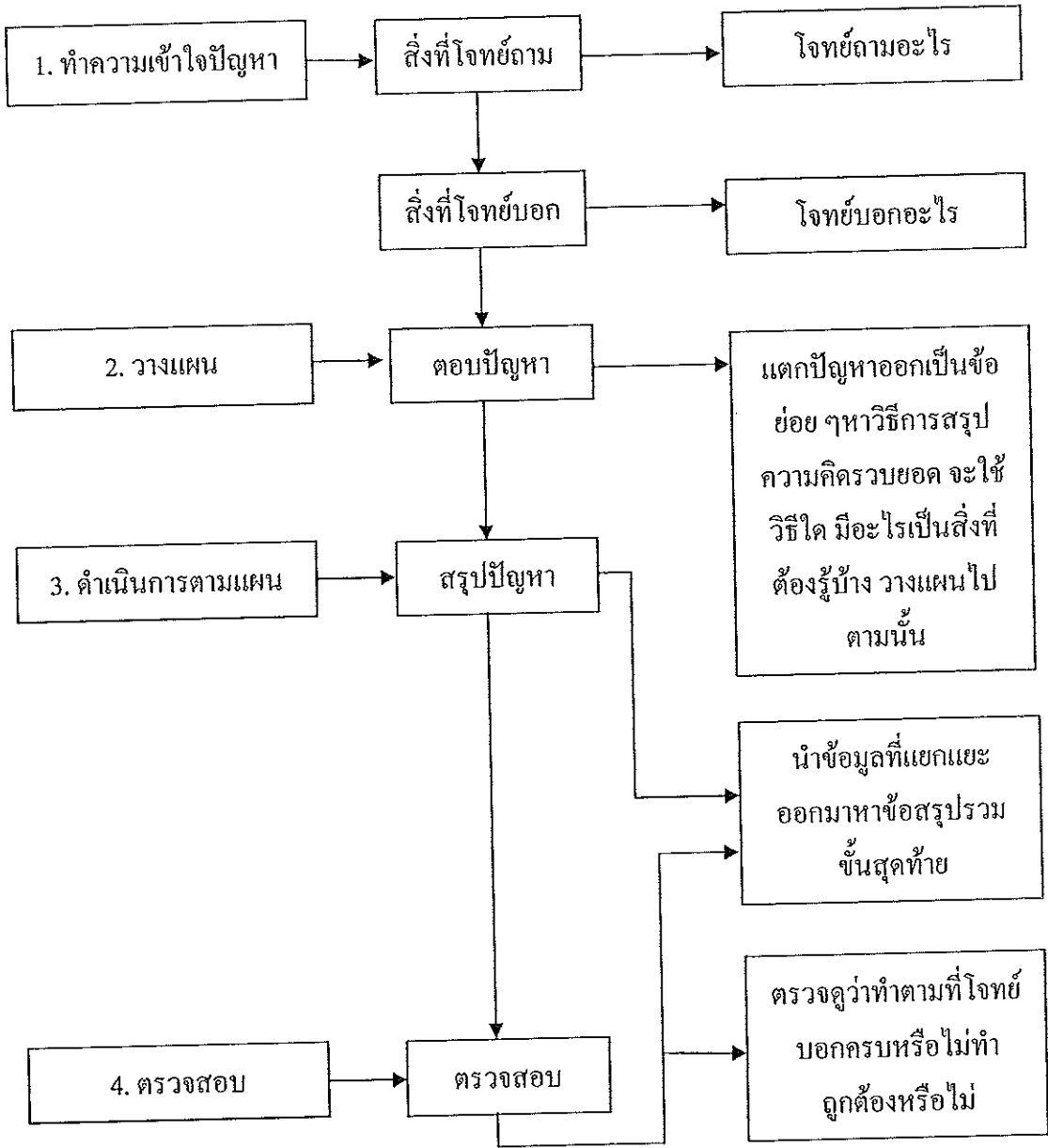
ขั้นที่ 4 การมองย้อนหลัง การแก้ไขโจทย์ปัญหาจะสมบูรณ์ได้ถ้าดำเนินการตามขั้นตอนการมองย้อนหลังหรือทบทวนให้เสร็จสิ้นก่อน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบในขั้นตอนที่ 1 เมื่อเริ่มเห็นโจทย์ปัญหา เริ่มคิดว่าคำตอบน่าจะเป็นอะไรจึงจะดูสมเหตุสมผล ถ้าคำตอบเป็นตัวเลขควรจะเป็นตัวเลขประเภทใดและมีขนาดสักเท่าใด

4.2 ตรวจสอบคำตอบจากโจทย์ปัญหาในตอนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการตรวจสอบคำตอบนั้น ถ้านักเรียนได้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้องซึ่งการคำนวณอาจเกิดจากการคำนวณผิดซึ่งมักเกิดจากความสะเพร่ามากกว่าการคิดผิดพลาด

4.3 พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ในตอนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตารางหรือแผนภูมิ จะพบว่า โจทย์บางข้ออาจหาคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

ยุพิน พิพิธกุล (2537 : 72) ได้เสนอแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหของ โพลยาไว้ ดังแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ต้องทำเป็นขั้นตอน ได้แก่
 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และขั้นตรวจสอบ
 ผลลัพธ์ที่ได้

แนวคิดเกี่ยวกับข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2538 : 11) กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนว่า ครูผู้สอนสามารถสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องว่า ต้องแก้ไขจุดอ่อนของผู้เรียนตรงไหนและจะช่วยให้ผู้เรียนไม่สะสมสิ่งที่ไม่รู้มากขึ้นจนไม่สามารถเรียนต่อไปได้ รวมทั้งเป็นเรื่องเตือนให้ผู้สอนกลับมาดูกระบวนการเรียนการสอนว่ามีจุดบกพร่องประการใด

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2546 : 601) ได้ให้ความหมายของคำว่าบกพร่องไว้ว่า ไม่ครบบริบูรณ์ เท่าที่ควรมี ควรเป็น

สรุปได้ว่า ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน หมายถึง ข้อผิดพลาดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคที่เป็นส่วนทำให้การเรียน ไม่ประสบผลสำเร็จ ตามจุดประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนต้องรู้จักจุดบกพร่องของนักเรียน เพื่อจะได้สอนซ่อมเสริมและแก้ไขได้ตรงจุด การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

2. ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 ลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโมว์โซวิท-ฮาดาร์, ซาสลาฟสกาย และอินบาร์

โมว์โซวิท – ฮาดาร์, ซาสลาฟสกาย และอินบาร์ (Movshovitz – Hadar, Zaslavsky and Inbar. 1987 : 3-14) ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดย วิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียน ในวิชาพีชคณิต และจัดกลุ่มของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 6 ด้าน คือ

2.1.1 การใช้ข้อมูลผิด (Misused data) คือ ข้อบกพร่องจากการที่นักเรียนนำข้อมูลที่โจทย์ให้มาไปใช้ผิด ซึ่งการนำข้อมูลมาใช้ผิดนี้อาจจะอยู่ในตอนเริ่มต้นหรือภายหลังจากที่ได้นำข้อมูลมาแก้ปัญหาแล้ว ลักษณะที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการใช้ข้อมูลผิดคือ นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน ทำผิดคำสั่ง ลอกโจทย์ผิด

2.1.2 ข้อผิดพลาดในการตีความ (Misinterpreted language) ตีความจากประโยคภาษาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์ที่เขียน

2.1.3 การอ้างอิงวิธีการหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ (Logically invalid inference)

2.1.4 บิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม (Distorted theorem of definition)

2.1.5 บกพร่องในการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา (Unverified solution)

2.1.6 บกพร่องในการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Technical error)

2.2 ความคลาดเคลื่อนและเทคนิคการสอนเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อน

การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและเทคนิค การสอน เพื่อการแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้น แล้วสรุปลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียน ในการหาสาเหตุที่ผิดและแบ่งระดับความผิดพลาดที่นักเรียนบกพร่อง 9 ด้าน คือ (Casay. 1988 : 92)

2.2.1 รูปแบบคำถาม

2.2.2 การอ่านคำถาม

2.2.3 ความเข้าใจในคำถาม

2.2.4 กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้

2.2.5 ทักษะการเลือกใช้ความรู้

2.2.6 ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้

2.2.7 การเสนอคำตอบ

2.2.8 ความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้เนื่องจากการ

ขาดความระมัดระวัง

2.2.9 ความผิดพลาดซึ่งจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของ

นักเรียน

สรุปได้ว่า ลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนจะบกพร่องในการตีความหมาย บกพร่องในการใช้สมบัติ กฎ สูตรและนิยาม บกพร่องในการคิดคำนวณ และบกพร่องในการตรวจสอบการแก้ปัญหา

แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัย

1. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจค้นข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน ได้ละเอียดและมีประสิทธิภาพ จึงนับว่าเป็นแบบทดสอบที่ให้ประโยชน์สูงในด้านการศึกษา ได้มีผู้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

สิงห์ (Singha. 1974 : 201-202) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็น แบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริม (Remedial) และให้การแนะแนว ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องสุ่มเนื้อหาให้ละเอียดมาก เพื่อจะได้ชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนของนักเรียนในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ และแบบทดสอบประเภทนี้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2544 : 35) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรค (Difficulty) ในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคนเพื่อที่จะหาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาและอุปสรรคในการเรียน บรรลุจุดประสงค์ในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมา สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลว่า มีสาเหตุมาจากอะไร บกพร่องในจุดใด ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียน และ ปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อศึกษาความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่อง ในการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งของนักเรียน และสามารถชี้ให้ครูเห็นถึงข้อบกพร่องหรือสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยจึงมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

2.1 ลักษณะของแบบทดสอบของบลูม

บลูม (Bloom. 1971 : 91-92) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

2.1.1 เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดที่บกพร่องของนักเรียน ที่เกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน ใช้หาระดับของการเรียนรู้เพื่อคัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงวิธีสอนและเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ

2.1.2 ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับวิธีฝึกจากวิธีสอนแบบปกติพอสมควรแล้ว

- ปฏิบัติ
- 2.1.3 ประเมินได้ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด ด้านความรู้สึกลงและการ
- เกณฑ์
- 2.1.4 การประเมินผลของคะแนนการสอบอาจใช้ได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิง
- 2.1.5 มีจำนวนมากข้อ
- 2.1.6 วิธีรายงานคะแนนผลการสอบ ทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของ
- แต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย
- 2.1.7 มีทั้งแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัยมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครู
- สร้างเอง
- 2.2 ลักษณะของแบบทดสอบของ ดวงเดือน อ่อนน่วม
- ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533 : 54-55) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
- ไว้ ดังนี้
- 2.2.1 วัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ (Criterion - referenced) และแบบอิงกลุ่ม
- (Norm -referenced)
- 2.2.2 จุดประสงค์ของแบบสอบจำกัดเฉพาะจุดประสงค์ ที่มีประโยชน์ต่อการ
- วินิจฉัยเท่านั้น
- 2.2.3 ขอบเขตของเนื้อหา มี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้น
- เป็นหลัก เช่น แบบสอบวินิจฉัยเรื่องการบวกสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบทดสอบ
- วินิจฉัยที่ยึดเนื้อหาเป็นหลัก เช่น แบบสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับการบวก
- 2.2.4 เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาหรือที่เรียกว่า Power Test ยกเว้นใน
- กรณีที่จุดประสงค์ชัดเจนว่า เป็นแบบทดสอบที่เน้นความรวดเร็วในการคิด (Speed Test) จึง
- จะกำหนดเวลาได้
- 2.2.5 เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทุกแง่มุมของคณิตศาสตร์ เช่น
- ทักษะการคิดคำนวณ ความหมาย กระบวนการคิดคำนวณ การคิดในใจ
- 2.2.6 ไม่ควรวัดเฉพาะการรู้ระดับนามธรรม แต่ควรวัดความรู้ทั้ง 3 ระดับ คือ
- ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรม หรืออาจวัดการรู้ถึง 4 ระดับ คือ รูปธรรม กึ่งรูปธรรม
- กึ่งนามธรรม และนามธรรม
- 2.2.7 เน้นการให้คะแนนเป็นส่วนๆ (Part score) และการให้คะแนนของ
- ข้อสอบในแต่ละส่วนไม่เน้นคะแนนรวม

2.2.8 ข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด และ
การศึกษาสิ่งที่เด็กมักทำผิด

2.2.9 ข้อสอบควรจะง่ายเพื่อให้สามารถจำแนกระหว่างเด็กที่มีปัญหาได้
ข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป และควรมีมากข้อ

2.2.10 เกณฑ์แสดงการรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนิยมใช้เกณฑ์อย่างต่ำ 2 ใน 3
(67%) หรือ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงว่า เด็กมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นจริง มิใช่ทำผิดเพราะความ
เลินเล่อ

2.3 ลักษณะของแบบทดสอบของ พร้อมพรรณ อุคมสิน

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2533 : 66) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบ
วินิจฉัยไว้ ดังนี้

2.3.1 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหา
ข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป

2.3.2 เนื้อหาที่ต้องการวัด ต้องออกให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่
กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.3.3 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้มีจำนวนมากข้อ ใช้วัดทักษะย่อย ๆ ซึ่งจะ
สามารถแบ่งได้เป็นแบบทดสอบฉบับย่อย ๆ หลายฉบับและแยกทดสอบในทักษะเฉพาะที่
แตกต่างกัน

2.3.4 ข้อสอบแต่ละข้อต้องตอบสนองสภาพการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
โดยสามารถแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอ ที่จะค้นหาข้อบกพร่องทางการ
เรียนและวิเคราะห์สาเหตุได้

2.3.5 ข้อสอบจะต้องค่อนข้างง่าย โดยผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาอย่าง
ละเอียดตามระดับขั้นของจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.6 เป็นข้อสอบที่อาจจะไม่ต้องกำหนดเวลาให้ทำ และไม่จำเป็นต้องสร้าง
เกณฑ์ปกติ แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Criteria) ที่เหมาะสม เพื่อจะได้นำคะแนนจากการสอบ
มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำและตัดสินได้ว่านักเรียนคนใดมีข้อบกพร่องด้านใด

2.3.7 มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อหรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละ
ทักษะย่อย

2.4 ลักษณะของแบบทดสอบของ บุญชม ศรีสะอาด

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 9) กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจัยไว้ ดังนี้

2.4.1 จะมุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ ไป หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยลักษณะย่อยหลายทักษะ ก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย (Subtests) วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น

2.4.2 มีคะแนนแต่ละด้านแต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้น คะแนนรวมของห้องหรือคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์นัก

2.4.3 มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อวัดมโนภาพหรือทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาส การทำผิดพลาดมากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ

2.4.4 มักเป็นแบบไม่เร่งรัดเวลาในการทำ (Power test) โดยเริ่มจากข้อที่ง่าย ๆ แล้ว ค่อยเพิ่มความยากขึ้น และส่วนรวมแล้วมีแนวโน้มค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบที่มุ่งสำรวจ (Survey test)

2.4.5 การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้ จะสร้างจากรากฐานการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียน ได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

2.4.6 ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบวินิจัยจะอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการทดสอบภายใต้สภาพเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปลักษณะของแบบทดสอบ วินิจัยได้ว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งหาจุดบกพร่องของนักเรียน มีข้อสอบจำนวนมากข้อ เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนแบบปกติพอสมควรแล้ว การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวินิจัยเพื่อศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 40 ข้อ

3. เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

แบบทดสอบวินิจัย มีจุดมุ่งหมายในการวัด และมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากแบบทดสอบทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบวินิจัย จึงมีความแตกต่างจากแบบทดสอบอื่น ๆ นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ ดังนี้

3.1 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยของลินด์ควิสต์

ลินด์ควิสต์ (Lindquist, 1966 : 37-38) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

- 3.1.1 แบบสอบวินิจฉัยต้องสัมพันธ์กับหลักสูตรและมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
- 3.1.2 คำถามในแบบสอบต้องให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
- 3.1.3 ทำการวิเคราะห์ข้อสอบอย่างละเอียด โดยอาศัยการทดลองและอุปกรณ์หรือ ความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
- 3.1.4 แบบสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอและต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนใด
- 3.1.5 แบบสอบต้องเสนอแนะจุดบกพร่อง ในแต่ละองค์ประกอบทางการเรียนที่ทำการวัด ได้อย่างถูกต้อง
- 3.1.6 แบบสอบต้องครอบคลุมเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
- 3.1.7 แบบสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถสืบหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการสอบได้
- 3.1.8 ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคน จะแสดงให้เห็นทราบได้จากคำตอบที่แบบสอบทำการวัด

3.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยของ บุญชม ศรีสะอาด

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 29) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างจากรากฐานของการ วิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่จะส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ อาจดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 3.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
- 3.2.2 ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย และวิธีการเขียนข้อสอบ
- 3.2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3.2.4 กำหนดจุดประสงค์องค์ประกอบหรือทักษะย่อย ทดสอบกับทักษะย่อยเพื่อวินิจฉัย

ขั้นตอนที่ 4

3.2.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินรายละเอียดตาม

3.2.6 เขียนข้อความแบบสำรวจเป็นแบบเดิมคำ

3.2.7 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องหรือตัวหลง

3.2.8 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยใช้ผลจากขั้นตอนที่ 7

คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบและสร้างตัวหลงจากคำตอบที่ผิด

3.2.9 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและกำหนดจุดตัด

3.2.10 ทดสอบครั้งที่ 1

3.2.11 วิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ

3.2.12 ทดสอบครั้งที่ 2

3.2.13 วิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบทดสอบ

3.2.14 จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

3.3 สรุปเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

จากวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

3.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

3.3.2 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือครูและหนังสือ

แบบเรียน

3.3.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 จำนวนและการ

ดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.4 สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

3.3.5 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

3.3.6 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทำการทดสอบหาข้อบกพร่องหรือหา

ตัวหลง

3.3.7 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชา

คณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

3.3.8 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง

3.3.9 ทดสอบครั้งที่ 1

3.3.10 วิเคราะห์ข้อสอบหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และปรับปรุง

แบบทดสอบ

3.3.11 ทดสอบครั้งที่ 2

3.3.12 วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบ

3.3.13 หาจำนวนและร้อยละของข้อบกพร่องของนักเรียนในการแก้ไขโจทย์

ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

3.3.14 หาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องและไม่มีข้อบกพร่องในการแก้ไขโจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยขอเสนอการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย ตามแนวแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246) ให้ความหมายความเที่ยงตรง (Validity) ว่าเป็นคุณภาพของแบบทดสอบ ที่หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด จำแนกได้เป็นความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และความเที่ยงตรงตาม โครงสร้าง

สุรวาท ทองบุ (2550 : 105-106) กล่าวไว้ว่า วิธีหาค่าความตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นิยมใช้ 2 วิธี คือ ความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงตาม โครงสร้าง

ไพศาล วรคำ (2552 : 254-266) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงไว้ว่า คือ ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด

4.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity)

ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246- 249) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า คือเครื่องมือที่สามารถวัด ได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด และการพิจารณาความเที่ยงตรงชนิดนี้จะใช้การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล (Rational analysis) ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาจะต้องพิจารณาว่า ข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ จากนั้นนำค่าการ

พิจารณามาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบิตตัน (Rowinelli and Hambleton) ผู้วิจัยได้หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบตามวิธีนี้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง .60 ขึ้นไป มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.1.2 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246-251) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ

ไพศาล วรคำ (2552 : 258) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้

4.1.3 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct validity)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 259) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน

สุรวาท ทองบุ (2550 : 106) กล่าวว่า ในการหาค่าความตรงตามโครงสร้างมีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้ คือ วิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method) โดยยึดแนวความคิดที่ว่า ผู้ที่เรียนแล้ว น่าจะสอบผ่าน ผู้ที่ยังไม่ได้เรียนน่าจะสอบไม่ผ่าน

ไพศาล วรคำ (2552 : 258) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ

4.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 196) กล่าวว่า ข้อสอบอิงเกณฑ์จะพิจารณาค่าความยากง่ายของข้อสอบ แตกต่างจากแบบอิงกลุ่ม โดยข้อสอบอิงเกณฑ์ในแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากน้อยกว่า .40 ก่อนที่นักเรียนจะได้รับการสอน และเมื่อนักเรียน ได้รับการสอนแล้ว ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากมากกว่า .75 ทั้งนี้ เป็นเพราะการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่จะนำค่าความยากง่ายเพื่อมาเลือกข้อสอบ แต่เน้นที่คุณภาพในการสอนของครู กล่าวคือ ถ้าครูยังไม่ได้อสอนเนื้อหา นั้น ข้อสอบควรจะยาก คือมีค่าความยากต่ำกว่า .40 แต่ถ้าครูทำการสอนแล้ว และครูสอนคือนักเรียนควรจะเรียนรู้ในเนื้อหานั้นและควรจะ ทำข้อสอบนั้นได้ ซึ่งข้อสอบควรง่าย คือ มีค่าความยากง่ายมากกว่า .75

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 90) กล่าวว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบอิงเกณฑ์เป็นค่าแสดงถึงร้อยละ หรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นถูก หรือที่เลือกคำตอบนั้นเพื่อตรวจสอบความสามารถของผู้เรียน

สมนึก ภัททิษณี (2546 : 195-213) ได้เสนอแนวคิด ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด โดยกล่าวว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบ ที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่ได้นำมาชี้ถึงคุณภาพและไม่ได้นำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดข้อสอบสิ่งที่สำคัญ คือ ค่าอำนาจจำแนก การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าความยากของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ สูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบมี ดังนี้

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

เมื่อ	p แทน	ระดับความยาก
	R แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน จะเห็นว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ถูกกำหนดขึ้นจากจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากเนื้อหาและตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

สุรวาท ทองบุ (2550 : 102-104) ได้กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นข้อสอบ ที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาค่าความยาก เพราะแม้จะเป็นข้อที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ซึ่งมีหลายวิธี และได้กล่าวถึง 2 วิธี คือ การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) และจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) แต่ละวิธีมีรายละเอียด ดังนี้

วิธีที่ 1 การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดย คริสปิน และเฟลด์ฮูเซน (Kryspin and Feldhuson) เรียกค่าอำนาจจำแนกดังกล่าวว่า ดัชนี เอส (S-Index หรือ Sensitivity Index) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$S = \frac{R_{pos} - R_{pre}}{N}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R_{pos}	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกหลังสอน
	R_{pre}	แทน	จำนวนคนตอบถูกก่อนสอน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

วิธีที่ 2 การหาค่าอำนาจจำแนก จากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่า ดัชนี บี (B - Index หรือ Brennan Index) ผู้วิจัยหาค่าอำนาจจำแนกขอแบบทดสอบจาก ผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) โดยใช้สูตรตามวิธีนี้ มีสูตรดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
-------	---	-----	------------------------

N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
U	แทน	จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

4.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างแบบทดสอบ เพราะค่าความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่า แบบทดสอบนั้นมีคุณภาพหรือไม่ ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

4.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีหลายแนวคิด จำแนกเป็น 2 แนวคิด คือ (สมนึก กัททิษฐี. 2546 : 226-231)

1) ความเชื่อมั่นที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้ และผู้ไม่รอบรู้ กลุ่มนี้มีความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่าใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) ได้อย่างคงเดิม ซึ่งวิธีการพิจารณาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว และโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม สอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว ทั้ง 2 วิธีนี้ มีวิธีคำนวณ ดังนี้

1.1) วิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method) วิธีนี้เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยนำแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับซึ่งวัดในจุดประสงค์เดียวกันทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว สูตรคำนวณค่าความเชื่อมั่นเป็น ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{a+c}{N}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับ
	a	แทน	จำนวนคนที่สอบผ่านทั้งสองฉบับ
	c	แทน	จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านทั้งสองฉบับ
	N	แทน	จำนวนคนสอบทั้งหมด

หมายเหตุ จากสูตรของคาร์เวอร์นี้ สามารถนำไปใช้กับกรณีที่ใช้แบบทดสอบฉบับเดียวทดสอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว

1.2) วิธีของแฮมเบิลตันและโนวิก (Hambleton and Novick Method) วิธีนี้เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยนำแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวหรือใช้แบบทดสอบฉบับเดียว ทดสอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดิม ก็ได้หลักการและวิธีการคำนวณจะคล้ายกับวิธีของคาร์เวอร์ แตกต่างกันเฉพาะการใช้สัญลักษณ์เพื่อแทนค่าในสูตร ดังนั้น อาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$P_0 = P_{11} + P_{22}$$

เมื่อ P_0 แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 P_{11} แทน อัตราส่วนของผู้รอบรู้ที่สอบผ่านทั้ง 2 ครั้ง หรือ 2 ฉบับ
 P_{22} แทน อัตราส่วนของผู้ไม่รอบรู้ที่สอบไม่ผ่านทั้ง 2 ครั้ง หรือ 2 ฉบับ

1.3) วิธีของสวามินาธาน แฮมเบิลตันและอัลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina Method) วิธีนี้เป็นการหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้นิยามของความเชื่อมั่นในรูปเดียวกันกับวิธีของคาร์เวอร์ และแฮมเบิลตันและโนวิก แต่จะละเอียดกว่า 2 วิธีแรก เพราะทำการหักความสอดคล้องที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญซึ่งอาจจะปนอยู่กับความสอดคล้องจริง อันเป็นเหตุให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้สูงกว่าที่เป็นจริง วิธีนี้อาจนำแบบทดสอบฉบับเดียว ทดสอบซ้ำกับกลุ่มเดิม หรืออาจนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์คู่ขนาน 2 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มเดียวก็ได้ สูตรคำนวณค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ K แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 P_0 แทน อัตราส่วนของความสอดคล้องในการจำแนกว่าเป็นผู้รอบรู้ และผู้ไม่รอบรู้
 P_e แทน อัตราส่วนความสอดคล้องที่คาดหวังไว้

2) ความเชื่อมั่นชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคน ที่แปรปรวนจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่ม ครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณหลายวิธี คือ

2.1) วิธีของลิวิงสตัน (Livingston Method) วิธีนี้ นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์หนึ่งฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนครั้งเดียวมีสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{tt}s^2 + (\bar{x} - c)^2}{s^2 + (\bar{x} - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	r_t	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยวิธี KR-20 หรือ KR-21
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบ

2.2) วิธีของโลเวท (Lovett Method) วิธีนี้ นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับเดียว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียว สามารถนำผลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	x_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนจุดตัด

ในระหว่างสองวิธีตามแนวคิดนี้ จะเห็นว่าวิธีของลิวิงสตัน (Livingston Method) ยังคงอาศัยค่าความเชื่อมั่นของสูตรของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งถือว่าการคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามแนวอิงกลุ่ม แต่ถ้าใช้วิธีของโลเวท จะพิจารณาเฉพาะค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละคนจากคะแนนจุดตัดเท่านั้น

4.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีดังนี้

1) ความยาวของแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากและมุ่งวัดเนื้อหาเดียวกัน จะมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อน้อย เนื่องจากสามารถวัดได้ครอบคลุมมากกว่า หรือกล่าวได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงนั่นเอง ดังนั้นความเที่ยงตรงของแบบทดสอบจึงส่งผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วย

2) การกระจายของคะแนน แบบทดสอบที่คะแนนมีการกระจายมาก แสดงว่าผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกันมาก ความเชื่อมั่นจะสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการกระจายน้อย

3) ความยากของข้อสอบ หากข้อสอบยากหรือง่ายเกินไป มีผลต่อการกระจายของคะแนน คือ คะแนนมีการกระจายน้อยจะส่งผลให้ความเชื่อมั่นต่ำ

4) ความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบ แบบทดสอบฉบับใดที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มาจากเนื้อหาที่มีความเป็นเอกพันธ์กัน หรือข้อสอบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง แบบทดสอบฉบับนั้นจะมีค่าความเชื่อมั่นสูงด้วย

5) ความเป็นปรนัย คือ ผู้สอบอ่านคำชี้แจงเข้าใจชัดเจนถึงวิธีการตอบ อ่านข้อสอบเข้าใจตรงกันหรือตรงตามจุดประสงค์ของการถาม และเมื่อตรวจข้อสอบเมื่อใดและใครเป็นคนตรวจก็ตาม คะแนนต้องคงที่ หรือเท่ากันความเป็นปรนัยเป็นลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ ซึ่งส่งผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วย

6) อิทธิพลจากการเดาคำตอบของผู้สอบ ทำให้คะแนนที่ได้จากการวัดต่างไปจากความสามารถที่แท้จริง จึงเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งมีผลต่อความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทำให้มีความเชื่อมั่นต่ำ

สุรวาท ทองบุ (2550 : 110 -111) ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์มีหลายแนวคิดแต่จะจำแนกเป็น 2 วิธี คือ วิธีที่หนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว และวิธีที่สอง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิมสอบซ้ำกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มเดียว

จากการศึกษาข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักการศึกษา ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การหาคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีวิธีการหาได้หลายวิธี ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยในแนวอิงเกณฑ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของลิวิสตัน

5. คะแนนจุดตัด

5.1 ลักษณะคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด (Cut-off score) เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ไปเปรียบเทียบกับนักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ถ้าคะแนนผลการสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่า นักเรียนมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่าน ไปเรียนจุดประสงค์การเรียนใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนน

จุดตัด ก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก ดังนั้น คะแนนจุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimal Competence) ของความต้องการในการเรียนรู้ (Minimum Requirement) บางครั้งเรียกว่า การกำหนดมาตรฐาน (Standard Setting) ในการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้เกิดการตัดสินผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 266-267)

		ผลการสอบ	
		รอบรู้	ไม่รอบรู้
สถานภาพจริง	รอบรู้	การตัดสินที่ถูกต้อง	ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ
	ไม่รอบรู้	ความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ	การตัดสินที่ถูกต้อง

แผนภูมิที่ 3 การหาคะแนนจุดตัด

จากแผนภูมิที่ 3 ลักษณะการกำหนดจุดตัดมี 4 ลักษณะ ดังนี้

5.1.1 ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบไม่ผ่านทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error of rejection) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False negative) คือ เป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง

5.1.2 ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ (Error of acceptance) หรือความผิดพลาดแบบบวก (False positive) คือ เป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง

5.1.3 ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่า การตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

5.1.4 ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงเป็นผู้ที่ไม่มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการ ดังกล่าวนั้น การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบ อิงเกณฑ์ หลังจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับแบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้น ในการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม คือ จุดที่ทำให้ผลการตัดสินแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 (ความผิดพลาดแบบลบกับความผิดพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

5.2 การกำหนดคะแนนจุดตัด

การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นการตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนผู้เรียนว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ผู้เรียนที่มีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์จัดเป็นผู้รอบรู้ ส่วนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ถือเป็นผู้ไม่รอบรู้ในเรื่องที่เรียน การกำหนดเพื่อตัดสินว่าผู้เรียนเป็นผู้รอบรู้หรือไม่ นั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการทดสอบอิงเกณฑ์ วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดมีหลายวิธีสรุปได้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 268-295)

5.2.1 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีตัดสินใจ (Judgmental Methods) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อแล้วคำนวณหาค่าคะแนนจุดตัด สรุปได้ ดังนี้

- 1) การกำหนดคะแนนจุดตัดจากการสอบของคนอื่นเป็นเกณฑ์ อาศัยหลักการกำหนดคะแนนจุดตัดที่สอดคล้องกับจำนวนเปอร์เซ็นต์ของผู้สอบผ่านเกณฑ์ ซึ่งระบุไว้ล่วงหน้า โดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาพิจารณาแบบทดสอบ แล้วระบุจำนวนผู้สอบผ่านว่าควรเป็นเท่าไรก่อน แล้วจึงหาคะแนนที่สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์นั้น
- 2) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยนับลดจาก 100% เป็นการกำหนดเกณฑ์หรือระดับมาตรฐานของจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ค่าเกณฑ์ต้องกำหนดตามความสำคัญ ของจุดประสงค์ คือ ถ้าจุดประสงค์ใดมีความสำคัญมาก ค่าเกณฑ์ต้องการเป็น 100% ถ้าจุดประสงค์ใดมีความสำคัญน้อยลงมา ค่าเกณฑ์ที่ต้องการก็จะลดต่ำลงมาจาก 100%
- 3) การกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบ การกำหนดจุดตัดด้วยวิธีนี้ อาศัยระดับความยากของเนื้อหาข้อสอบ เพื่อที่จะหาว่า จำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุดที่ผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูก เพื่อแสดงความรอบรู้เป็นเท่าไร

4) การกำหนดคะแนนจุดตัดจากสมรรถภาพขั้นต่ำ เป็นวิธีที่ได้คะแนนจุดตัดมาจากให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาศึกษาข้อสอบ แล้วระบุว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำต้องมีคะแนนสอบผ่านเท่ากับเท่าไร

5.2.2 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยพิจารณาจากการทดลองสอบ โดยนำไปทดลองสอบกับนักเรียน แล้วพิจารณาคัดเลือกจุดตัดที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้หลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจว่า คะแนนจุดตัดที่กำหนดนั้นมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเกณฑ์ ภายนอกที่กำหนดขึ้นมาหรือไม่ มีหลายวิธีซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยใช้เทคนิคการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการหาคะแนนจุดตัดจากการทดลอง โดยอาศัยใ้จัดการแจกแจงทางคณิตศาสตร์หรือกราฟช่วยในการตัดสินใจความสัมพันธ์ของคะแนนจุดตัด จากแบบทดสอบกับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดขึ้น

2) การกำหนดคะแนนจุดตัดจากความคลาดเคลื่อนในการเดาตอบและการสุ่มข้อสอบ การกำหนดจุดตัดวิธีนี้คำนึงถึงทฤษฎีการทดสอบที่ว่า คะแนนสอบย่อมมีความคลาดเคลื่อนอยู่ด้วย การกำหนดคะแนนจุดตัด จึงพิจารณาขอบเขตความคลาดเคลื่อนประกอบด้วย ต้องปรับคะแนนโดยการกำจัดความคลาดเคลื่อนออกไป ซึ่งอาจเกิดจากการเดาตอบ การสุ่มข้อสอบ

3) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยการปรับตามคะแนนเกณฑ์อื่น การกำหนดจุดตัดวิธีนี้ จะอาศัยเกณฑ์อื่นเป็นเกณฑ์ภายนอก แบบทดสอบเป็นตัวเทียบเกณฑ์ภายนอกต้องประจักษ์ชัด และเป็นที่ยอมรับทั่วไปที่จะชี้บอกความรู้หรือความสำเร็จ เช่น ได้ใบขับขี่รถยนต์ เป็นเกณฑ์ที่จะชี้บอกว่ามีความสามารถในการขับขี้อยนต์ การหาคะแนน จุดตัดจะพิจารณาจากคะแนนจุดตัดที่สามารถแบ่งคนได้ สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก โดยการปรับคะแนนจุดตัดทีละคะแนน จนกว่าจะได้ผลสอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกมากที่สุด

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบ ซึ่งอาศัยระดับความยากของเนื้อหาข้อสอบ เพื่อที่จะหาว่าจำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุดที่ผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

เมตตา มาเวียง (2544 : 60-61) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่อง ในแต่ละลักษณะต่อความถี่ ของนักเรียนที่บกพร่อง แยกเป็นลักษณะข้อบกพร่องย่อยได้ 12 ลักษณะเรียงลำดับลักษณะ ข้อบกพร่องย่อย 3 ลำดับ จากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนทำไม่ครบขั้นตอนหรือลำดับขั้นตอน ผิด เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ได้ และบอกกฎ สูตร หรือนิยามของจำนวน นับไม่ได้ และเมื่อรวมลักษณะข้อบกพร่องย่อยเป็นลักษณะข้อบกพร่องใหญ่ได้ 4 ลักษณะ เรียงลำดับความถี่ที่พบต่อจำนวนความถี่ที่เป็น ไปได้ทั้งหมดจากมากไปน้อย คือ การตรวจสอบ การแก้ปัญหา ร้อยละ 56.00 การใช้กฎ สูตร และนิยาม ร้อยละ 36.89 การตีความหมาย ร้อยละ 29.00 และลำดับสุดท้าย คือ การคิดคำนวณ ร้อยละ 23.00

นพวรรณ ทับทอง (2548 : 84-85) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 3 ผลการ วิจัยพบว่า

1. ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ของแบบทดสอบวินิจฉัย

ข้อบกพร่อง ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ สร้างขึ้นเป็น โจทย์ ที่เหมาะสมกับการใช้สอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 3 และสามารถ ศึกษาข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ที่เป็นข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ครบทุกข้อ

2. การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัย ที่ได้จากแบบสอบ วินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวินิจฉัยของครูผู้สอน วิชา คณิตศาสตร์และผลการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากทั้งสามวิธี มีความสอดคล้องกันร้อยละ 83 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. คุณภาพในด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของแบบสอบ เมื่อใช้วัด ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเป็น 0.93 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเป็น 0.92 ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเป็น 0.89 รวมทั้งสามระดับชั้น มีค่าเป็น 0.92

4. คุณภาพรายข้อของแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.41-0.96 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.09-0.63 ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบ

กาญจนา สายวิเศษ และคณะ (2549 : 58) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามตัวแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 โดยจำแนกข้อบกพร่องเป็น 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบ ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีข้อบกพร่องการดำเนินการแก้ปัญหามากที่สุด รองลงมา คือ การตรวจสอบคำตอบ การวางแผนแก้ปัญหา การทำความเข้าใจ โจทย์ตามลำดับ สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ มีข้อบกพร่องการดำเนินการแก้ปัญหาที่มากที่สุด รองลงมา คือ การตรวจสอบคำตอบ การวางแผนการแก้ปัญหา และการทำความเข้าใจ โจทย์ ตามลำดับ

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามตัวแบบการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามตัวแบบการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สวนีย์ สุรรักษ์ดิษฐ์ (2549 : 56-68) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 3 ฉบับ แบบทดสอบนี้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก ฉบับที่ 1 สมบัติของจำนวนนับ ฉบับที่ 2 ระบบจำนวนเต็ม และฉบับที่ 3 เลขยกกำลัง ในการสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบและได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งคุณภาพรายข้อ โดยการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนก และคุณภาพทั้งฉบับด้านความตรงและความเที่ยง ในด้านความตรง สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรีนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 และรายการพฤติกรรมความบกพร่อง และได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนความเที่ยง ตรวจสอบ โดยวิธีความสอดคล้องภายใน ผลการวิจัย พบว่า

1. แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ทั้งสามฉบับ ที่สร้างขึ้นแต่ละฉบับมีความตรงตามเนื้อหา

2. ฉบับที่ 1 เรื่อง สมบัติของจำนวนนับ มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ มีความยาก ระหว่าง .67 - .78 มีค่าอำนาจจำแนก .40 - .71 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .83

3. ฉบับที่ 2 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม มีข้อสอบจำนวน 72 ข้อ มีความยาก ระหว่าง .67 - .86 มีค่าอำนาจจำแนก .28 - .77 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .98

4. ฉบับที่ 3 เรื่อง เลขยกกำลัง มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีความยากระหว่าง .66 - .75 มีค่าอำนาจจำแนก .44 - .70 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .77

จตุพร แส่นเมืองชิน (2551 : 130 -131) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในจังหวัด มหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .80 ถึง 1.00 นั่นคือ ข้อสอบที่สร้างขึ้นวัด ได้ตรงและครอบคลุมตัวชี้วัดของเนื้อหาในหลักสูตรได้จริง

2. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย จาก การทดสอบ ครั้งที่ 1 ค่าความยากอยู่ระหว่าง .12 ถึง .88 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .01 ถึง .72 การทดสอบครั้งที่ 2 ค่าความยากอยู่ระหว่าง .03 ถึง .55 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .03 ถึง .93

3. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีคะแนนเฉลี่ย 12.38, 11.16, 11.03 และ 5.87 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.59, 3.16, 3.86 และ 2.06 ตามลำดับ

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น .719, .748, .876 และ .728 ตามลำดับ

5. จุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จุดที่ นักเรียน บกพร่องมากที่สุด คือ การคิดคำนวณที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

6. ผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

7. ผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระหว่าง โรงเรียนสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ขยายโอกาส) กับ โรงเรียนสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ญาณัจฉรา สุกแท้ (2551 : 98-99) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดขอนแก่น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 4 ฉบับ ซึ่งได้สร้างมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจแบบเดิมค่าและแสดงวิธีทำที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบ 3 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยาก .23 - .72, .34 - .70, .38 - .74 และ .43 - .73 ค่าอำนาจจำแนกเป็น .41 - .79, .35 - .79, .35 - .65 และ .38 - .68 และค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยวิธีของลิวิสตันมีค่าเป็น .74, .77, .85 และ .90 ตามลำดับ

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ ได้รับการพิจารณาตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและนักวัดผลการศึกษา พบว่า ระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน และข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจริง

3. จุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ คือนักเรียนประกอบรูปเรขาคณิต 3 มิติ จากภาพ 2 มิติ ที่กำหนดให้ผิด เพราะนักเรียนมองความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติในลักษณะต่าง ๆ ไม่เป็น

วิชา ซ่อนจำ (2551 : 101-104) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น สามารถชี้จุดบกพร่องของนักเรียนได้

2. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3

ฉบับ พบว่า ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.18 - 0.74 ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 - 0.61 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 - 0.47 และฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 - 0.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 - 0.47

3. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ พบว่า

แบบทดสอบวินิจฉัยวัดทักษะการคิดคำนวณ วัดทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 17.15, 4.45 และ 7.58 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน 6.56, 2.35 และ 3.27 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมีค่า 38.29, 52.92 และ

43.15 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ มีการกระจายน้อยที่สุด ส่วนแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล มีการกระจายมากที่สุด

3.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.39 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21- 0.52 102 ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.31- 0.67 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 - 0.56 ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.32 - 0.64 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.53

3.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้วิธีของแกลสส์ มีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 15, 4 และ 7 จากข้อสอบจำนวน 30, 10 และ 16 ข้อ ตามลำดับ

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่า 0.8711, 0.6269 และ 0.6767 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่า ± 2.3564 , ± 1.4373 และ ± 1.8610 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียน เท่ากับ 1.00

4. การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการทดสอบวินิจฉัย ทั้ง 3 ฉบับ พบว่า นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

4.1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ นักเรียนมีจุดบกพร่อง คือ แปลความหมายไม่ได้ แปลค่าผิด แปลนิยามผิด คำนวณผิด และคำนวณหาคำตอบไม่ได้

4.2 แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีจุดบกพร่อง คือ คำนวณหาคำตอบจากความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ไม่ได้ สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของการสลับที่ ไม่ได้ คิดคำนวณหาคำตอบ ไม่ได้ สรุปความคิดเกี่ยวกับเอกลักษณ์การคูณไม่ได้ และสรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติการสลับที่การคูณไม่ได้ แปลนิยามการหารากที่สอง ที่เป็นบวกผิด แปลความหมายของค่าสัมบูรณ์ไม่ได้ นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง การสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่ม และคุณสมบัติที่เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ไม่ถูกต้อง

4.3 แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนมีจุดบกพร่อง คือ แปลความหมายผิด คำนวณหาคำตอบไม่ได้ เรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาผิด บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ และคำนวณหาคำตอบไม่ได้

สุรพรรณ วีระสอน (2551 : 107) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 โดยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย 4 ฉบับ ผลการวิจัย พบว่า

1. ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ ดังนี้

1.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบเรื่องทบทวนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ข้อสอบ จำนวน 15 ข้อ ค่าความยาก .30-.91 ค่าอำนาจจำแนก .30-.76 ค่าความเชื่อมั่น 0.95 และค่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.38

1.2 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ข้อสอบ จำนวน 22 ข้อ ค่าความยาก .51-.84 ค่าอำนาจจำแนก .34-.75 ค่าความเชื่อมั่น 0.88 และ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.35

1.3 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว ข้อสอบ จำนวน 8 ข้อ ค่าความยาก .57-.76 ค่าอำนาจจำแนก .04-.75 ค่าความเชื่อมั่น 0.85 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.36

1.4 ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว ข้อสอบ จำนวน 15 ข้อ ค่าความยาก .42-.86 ค่าอำนาจจำแนก .23-.65 ค่าความ เชื่อมั่น 0.81 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.28

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ พบว่า ระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน และข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัด ได้ตรงกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจริง

3. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับนักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

3.1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทบทวนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมี จุด บกพร่องด้านไม่เข้าใจนิยามของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หากคำตอบของสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียวไม่เป็น ไม่เข้าใจความหมายของการเท่ากันในประโยคภาษา แยกไม่ได้ว่าประโยค สัญลักษณ์ใดเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไม่เข้าใจความหมายของการเท่ากันในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการบวกในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการลบในประโยค ภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการคูณในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการหารใน ประโยคภาษา ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ ได้

3.2 แบบทดสอบฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมี

จุดบกพร่อง ด้านไม่เข้าใจนิยามของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หากคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไม่เป็น แยกไม่ถูกว่าประโยคสัญลักษณ์ใดเป็นอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไม่เข้าใจความหมาย ของการไม่เท่ากันในประโยคภาษา ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้

3.3 แบบทดสอบฉบับที่ 3 การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมี

จุด บกพร่องด้าน ไม่เข้าใจนิยามของอสมการที่สมมูลกัน หากคำตอบของอสมการที่สมมูลกันไม่ได้เขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่ได้ ไม่เข้าใจประโยคภาษา เขียนแสดงกราฟได้ไม่ถูกต้อง ระบุตำแหน่งของคำตอบในรูปกราฟแสดงคำตอบไม่ได้ ใช้คุณสมบัติการไม่เท่ากันของการบวกผิด ใช้สมบัติของการไม่เท่ากันของการตัดออกสำหรับการบวกผิด (การลบ) ใช้สมบัติของการไม่เท่ากันของการคูณผิด ใช้สมบัติของการไม่เท่ากันตัดออกสำหรับการคูณผิด (การหาร) บวกลบ คูณ หาร จำนวนจริงผิด ไม่เปลี่ยนเครื่องหมายเมื่อนำจำนวนเต็มลบมาคูณเข้า เปลี่ยนหรือตัดแปลงรูปของอสมการผิด

3.4 แบบทดสอบฉบับที่ 4 โจทย์เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

นักเรียนมีจุดบกพร่องด้านกำหนดความสัมพันธ์ของอสมการผิด ไม่เข้าใจความหมายของการไม่เท่ากัน ในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการบวกในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการลบในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมายของการคูณในประโยคภาษา ไม่เข้าใจความหมาย ของการหารในประโยคภาษา ตัวแปรที่กำหนดและอสมการที่สร้างไม่สัมพันธ์กัน แปลความในการตอบผิดจากที่โจทย์ถาม แสดงวิธีการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผิด

สนใจ ภูครองทุ่ง (2553 : 75) ได้ศึกษาการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ จากแบบฝึกหัด เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้แบบฝึกหัดที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมานิฉัย ผลการวิจัย พบว่า

1. ด้านการตีความจาก โจทย์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.30 นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนการนำข้อมูลมาใช้ผิด และข้อบกพร่องของนักเรียนที่ไม่พบในด้านนี้ คือ แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

2. ด้านการใช้สมบัติ กฎ สูตร นิยามและทฤษฎีบท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 48.51 นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนจำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติผิด มากที่สุด รองลงมา คือ ขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ ประยุกต์ใช้ข้อมูล

กับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติไม่ถูกต้องและขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ ตามลำดับ

3. ด้านการคิดคำนวณ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 47.13 นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนของขาดทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นมากที่สุด รองลงมา คือ ขาดความรู้พื้นฐานที่จะต้องใช้ในการเรียนเนื้อหานั้น ๆ มิใช่เพียงพอ การสรุปผลไม่ถูกต้องหรือไม่ครบทุกกรณี ทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคำนวณ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณและไม่มีเทคนิควิธีลัด ตามลำดับ

4. ด้านอื่น ๆ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.06 นักเรียนมีข้อบกพร่องที่พบนอกเหนือจากที่กำหนด และข้อบกพร่องของนักเรียนที่ไม่พบในด้านนี้ คือ การ ไม่ทำแบบฝึกหัด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน พบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีจุดประสงค์ เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นข้อมูลในการ จัดสอนซ่อมเสริมและในการปรับปรุงด้านการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ตรงจุด แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบปรนัย และแบบอัตนัย ในการสร้างแบบทดสอบที่เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จะสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหา เรื่องนั้น ตัวลวงที่ใช้เป็นตัวเลือก ได้มาจากการรวบรวมข้อผิดพลาดจากการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่อง โดยแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องของนักเรียนเป็นแบบทดสอบ ชนิดเติมคำและแสดงวิธีทำสั้น ๆ จึงทำให้ทราบสาเหตุของความบกพร่องในการตอบคำตอบนั้น การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรง ตามเนื้อหาซึ่งตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบคุณภาพรายข้อโดยการหาความยากและอำนาจจำแนก และตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับโดยการหาความเชื่อมั่น ข้อบกพร่องของนักเรียน คือ การตีความหมาย การใช้กฎ สูตรและนิยาม การคิดคำนวณ การตรวจสอบการแก้ปัญหา การนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาใช้ในการหาคำตอบผิดพลาด การนำข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้กำหนดหรือข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้อ้างอิงถึงมาใช้ ละเลยการนำข้อมูลที่จำเป็นมาใช้แก้ปัญหา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ไบนฟอง และ โฮลตัน (Knifong and Holtan. 1980 : 202-210) ได้ศึกษาวิเคราะห์การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเขียนของนักเรียนจาก โจทย์คำถาม ของนักเรียนเกรด 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา แถวชุมชนที่มีเด็กอเมริกันหลายเชื้อชาติอาศัยอยู่ 3 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยใช้แบบทดสอบส่วนกลาง จำนวน 30 ข้อ และคิดเป็นผลลัพธ์โดยนำจำนวน โจทย์คูณกับจำนวน

นักเรียน เท่ากับ 1,050 พบว่า เป็นการแก้โจทย์ปัญหาผิด จำนวน 470 คิดเป็นร้อยละ 45 มีความผิดพลาดจากการใช้เครื่องหมายวงเล็บ ร้อยละ 3 และจากการคำนวณ ร้อยละ 52 จำแนกความผิดพลาดจากการคำนวณ ร้อยละ 52 พบว่า เป็นความผิดพลาดจากจำนวนเต็ม เศษส่วนและจำนวนคละ ส่วนความผิดพลาดด้านอื่น ๆ จำแนกเป็นความผิดพลาดจากการหาค่าเฉลี่ยและพื้นที่ ร้อยละ 5 การใส่เครื่องหมายผิด ร้อยละ 6 ไม่ทำตามโจทย์แต่แก้ปัญหาไปในแนวทางอื่น ร้อยละ 12 ไม่พยายามแก้ปัญหาเลย ร้อยละ 18 และไม่สามารถกำหนดทิศทางความผิดพลาดได้ ร้อยละ 6

ชาย และแอง (Chai and Ang, 1987 : 189-198) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในสิงคโปร์ เรื่อง พีชคณิตและสมการ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามวิจัยข้อบกพร่องรูปแบบของเซลเซียส (Celsius) ซึ่งสร้างโดยปรับปรุงจากแบบสอบของโครงการในประเทศอังกฤษ ซึ่งมีชื่อว่า มโนทัศน์ของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา (CSMS) และโครงการที่มีชื่อว่า กลวิธีและความผิดพลาดของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (SEMS) และการทดสอบนักเรียน โดยการสัมภาษณ์ นำผลการสอบทั้งสองอย่างของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาหาจุดบกพร่องในวิธีการ 6 อย่าง คือการประเมินตัวอักษร ตัวอักษรที่ไม่มีประโยชน์ ตัวอักษรที่ใช้แทนสิ่งของ ตัวอักษร ที่ไม่ทราบความหมาย ตัวอักษรที่ใช้แทนตัวเลขและตัวแปร ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ใช้วิธีของเขาเองล้มเหลวถ้าพบปัญหาที่ยาก และพบว่า ข้อบกพร่องที่เกิดกับนักเรียนส่วนใหญ่ เนื่องมาจากการตีความหมายที่ผิดจากการอ่านโจทย์ และการใช้เครื่องหมายวงเล็บ

มอว์โซวิท – ฮาดาร์, ซาสลาฟสกาย และอินบาร์ (Movshovitz – Hadar, Zaslavsky and Inbar, 1987 : 3-14) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 11 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ลักษณะข้อบกพร่องจำนวน 6 ด้าน และแบบสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องตามลักษณะข้อบกพร่องเรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อยในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตรและนิยาม การใช้เทคนิคในการทำผิด การใช้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ และไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

แบรนโด และคณะ (Blando and other. 1987 : 301-308) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์และหารูปแบบความคลาดเคลื่อนทางเลขคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 39 คน ของโรงเรียนขนาดกลางในรัฐซานฟรานซิสโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สรุป ข้อผิดพลาดทางการเรียนเลขคณิตไว้ 4 ด้าน คือ 1) ความผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญ มากกว่าหรือการทำผิดลำดับขั้น เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญ ของวงเล็บ 2) ความผิดพลาดในการทำผิดความหมาย เช่น หารแทนการบวก คูณแทนการหาร 3) ความผิดพลาดอื่น ๆ เช่น การปฏิเสธที่จะแก้ปัญหา และ 4) ความผิดพลาดที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เนื่องจากขาดความระมัดระวังในการคำนวณ เช่น ขาดความระมัดระวังในการบวก เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ต่างประเทศ จำนวน 4 เรื่อง สามารถสรุปเป็นข้อบกพร่องได้เป็น 5 ลักษณะ คือ

1. ข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดที่เกิดจากนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาใช้ในการหาคำตอบผิดพลาด การนำข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้กำหนดหรือข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้อ้างอิงถึงมาใช้ ละเลยการนำข้อมูลที่จำเป็นมาใช้แก้ปัญห
2. ข้อบกพร่องทางภาษาที่เกิดจากการตีความจากประโยคภาษามาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง การไม่เข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์ที่นำมาใช้ ตีความหมายโจทย์ผิด
3. ข้อบกพร่องอันเกิดจากการบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตรและประยุกต์ ใช้ทฤษฎี ผิดจากเงื่อนไข ใช้กฎไม่ถูกต้อง จำสูตรผิด การนำบทนิยาม กฎ สูตร มาใช้ผิดเงื่อนไข
4. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการคิดคำนวณ
5. ข้อบกพร่องอื่น ๆ