

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.2 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.4 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.5 ความหมายและความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.6 องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์
  - 2.7 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.8 ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.9 การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ตรรกศาสตร์คลุมเครือ( Fuzzy Logic )
  - 3.1 ความหมายของตรรกศาสตร์คลุมเครือ( Fuzzy Logic )
  - 3.2 ความสำคัญของตรรกศาสตร์คลุมเครือ( Fuzzy Logic )
  - 3.3 พื้นฐานแนวคิดแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ
  - 3.4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก
  - 3.5 การดำเนินการของพีชชีเซต
  - 3.6 ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ
4. แบบทดสอบ
  - 4.1 ความหมายของแบบทดสอบ
  - 4.2 ประเภทของแบบทดสอบ
  - 4.3 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี
  - 4.4 แบบทดสอบอัตนัย
5. แบบสอบถาม
  - 5.1 ความหมายของแบบสอบถาม
  - 5.2 ประเภทของแบบสอบถาม
  - 5.3 การสร้างแบบสอบถาม
  - 5.4 เทคนิคในการประเมินแบบสอบถาม
6. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
  - 6.1 ค่าความยาก
  - 6.2 ค่าอำนาจจำแนก
  - 6.3 ค่าความเที่ยงตรง
  - 6.4 ค่าความเชื่อมั่น
7. การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์
8. การวิเคราะห์ไคสแควร์
9. บริบทโรงเรียน
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 10.1 งานวิจัยในประเทศ

10.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์

10.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือใน  
สาขาวิชาอื่น

10.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถ  
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

10.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์

10.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ

10.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือใน  
วิชาคณิตศาสตร์

## 11. กรอบแนวคิดการวิจัย

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น  
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 1- 57)

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด  
สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์  
ได้อย่างถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยา  
ศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนา  
คุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

## เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต(geometric transformation)ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

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

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง

การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning)

และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย

และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้

อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความ

หมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ

เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 2. คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สาม

ของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

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

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต(geometric transformation)ในเรื่องการเลื่อนขนาน(translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้ 5. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

12. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเป้าหมายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่คาดหวังให้ได้ตามมาตรฐานของหลักสูตร เพื่อให้ครูสอนคณิตศาสตร์ นำไปเป็นแนวทางในการวางแผนและจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สอนต่อไป

### 3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายดังนี้

ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ได้กำหนดมาตรฐาน 6.1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 21) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical skill amd processes) เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematics proficiency) ของผู้เรียนทุกคน เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมาย การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีควบคู่กันไป

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558 : 49) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการประกอบด้วย 1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) การให้

เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 5) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ประเภทของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( 2551 : 8) ได้กล่าวถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมามีรายละเอียด

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

2. ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้ในการคิดวิเคราะห์ และให้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความ คาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อมูลที่ได้ในสถานการณ์นั้นๆ

3. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลอง เพื่อแสดงแนวคิดหรืออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นๆได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆเป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับความรู้อื่นหรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้นฐานเพียงเล็กน้อยไปจนถึงความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไปไม่ถึงจนมองดูเหมือนว่าเป็นการเพ้อฝัน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในทางคณิตศาสตร์มักเป็นความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่



### การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 171-173) ได้กล่าวว่า การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ การวางแผนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ การประเมินจึงเน้นที่กระบวนการทำงานทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนและพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ วิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงแตกต่างจากวิธีและเครื่องมือที่ใช้ประเมินความรู้

ก่อนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรวางแผนการประเมินล่วงหน้า ด้วยการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะประเมิน ซึ่งจะเป็นทักษะใดบ้างนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาและกิจกรรมที่สอน อย่างไรก็ตามผู้สอนต้องพยายามสอนและประเมินให้ครอบคลุมทุกทักษะที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องประเมินในครั้งเดียวกัน แต่ควรกำหนดทักษะที่ต้องการประเมินไว้ทุกครั้งที่จะมีการประเมิน ในทางปฏิบัติ ผู้สอนมักใช้กิจกรรม ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวตั้ง แล้วประเมินทักษะตามกิจกรรม ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น ทำให้ประเมินได้เพียงทักษะและไม่ได้ประเมินบางทักษะ การประเมินจึงไม่ครอบคลุมทักษะทั้งหมดที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี การกำหนดว่าจะประเมินทักษะใดบ้างไว้ในเบื้องต้น จะทำให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรม ปัญหาหรือสถานการณ์ให้เหมาะสมที่จะประเมินทักษะที่กำหนดไว้ได้ และจะทำให้ทราบว่าทักษะใดบ้างที่มีการประเมินน้อยหรือยังไม่ได้ประเมิน ซึ่งแก้ปัญหาการประเมินที่ไม่ครอบคลุมทุกทักษะ

2. กำหนดวิธีและเครื่องมือที่จะใช้ในการประเมิน หลังจากกำหนดทักษะที่จะประเมินแล้วผู้สอนควรกำหนดวิธีและเครื่องมือที่จะใช้ประเมินแต่ละทักษะหรือหลายทักษะร่วมกัน เช่น ประเมินทักษะการแก้ปัญหาโดยวิธีการสังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียน และใช้แบบสังเกตของผู้สอนและผลงานของผู้เรียนจากใบกิจกรรมเป็นเครื่องมือ หรือประเมินทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยงของผู้เรียน โดยวิธีการทดสอบ และใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยให้ผู้เรียนเขียนอธิบายเหตุผล โดยมีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ ประกอบเหตุผล ผู้สอนต้องแน่ใจว่าผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับทักษะที่ประเมินและเครื่องมือที่เลือกมาใช้เพียงพอ

3. กำหนดแผนการประเมินอย่างเป็นระบบ ผู้สอนควรกำหนดว่าจะประเมินทักษะผู้เรียนเมื่อใดบ้าง

4. กำหนดว่าจะนำผลการประเมินไปใช้ทำอะไร การประเมินทักษะแต่ละครั้ง ผู้สอนต้องใช้เวลาในการพัฒนาเครื่องมือ ตรวจ และพิจารณาตัดสินผล จึงควรกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะนำผลจากการประเมินไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง จึงจะคุ้มค่ากับเวลาและงานที่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนต้องทำที่ผ่านมา

### การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาเป็นหัวใจของวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิด และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดและเหตุผลอย่างเป็นกระบวนการ ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานจริง

#### 1. ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้เรียน จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Brueckner (1957 : 301) กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยการเคยชิน เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงทำได้ด้นั้นต้องมีวิธีการที่เหมาะสม โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจประกอบกันไป ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญห สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้ โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษาหรือคำพูดก็ได้

Bell (1978 : 310) กล่าวว่า สถานการณ์ใดจะเป็น โจทย์ปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง หากเขาเอาใจใส่ ต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์ได้ทันที การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้น

Cruikshank and Sheffield (2000 : 38) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงุนงง ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยไม่สามารถหาวิธีการแก้ได้ทันทีทันใดหรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่าเกี่ยวกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ยุพิน พิพิธกุล (2542 : 5) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือเป็นปัญหาเกี่ยวกับ วิธีการ การพิสูจน์ ทฤษฎีบท ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่างๆ จะถูกนำมาใช้โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 79) กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามรถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ

สมเดช บุญประจักษ์ (2550 : 71) ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือเป็น โจทย์ปัญหาจากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือเป็น โจทย์ปัญหา โดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ ประกอบกับความสามรถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้นๆ

## 2. ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล กล้าคิด กล้าทำ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงได้มีการการศึกษาความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

ปรีชา เนาว์เย็น (2554 : 35) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาพบว่า การคิดแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ๆ ทำให้วิชาคณิตศาสตร์มีการพัฒนา เช่น ความพยายามของนักคณิต

ศาสตร์หลายท่านในการพิสูจน์สัจพจน์ การขนานนในเรขาคณิตของยูคลิด มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเรขาคณิตแขนงใหม่ๆ มาก เช่น เรขาคณิตของยูคลิด เมื่อพบปัญหา ความพยายามที่จะแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดการพัฒนาระบบการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ ซึ่งเมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะทำให้เกิดสาระความรู้ใหม่ ทั้งในเชิงเนื้อหาและวิธีการ การแก้โจทย์ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสอดคล้องกันประการหนึ่งของจุดประสงค์ คือการมุ่งให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแสดงความคิดออกมาอย่างชัดเจน มีระเบียบและรัดกุม นอกจากนี้ในทุกระดับชั้นยังมุ่งให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งความลึกซึ้งของจุดประสงค์จะแตกต่างกันไปในระดับชั้น เพื่อเป็นการตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงได้มีการสอดแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในคาบเวลาเรียนปกติ และในกิจกรรมเสริมหลักสูตรต่างๆ เช่น มุมคณิตศาสตร์ การจัดป้ายนิเทศ การจัดนิทรรศการ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

สมาคมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 25-26) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคือเป้าหมายแรกของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเป็นส่วนที่บูรณาการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด การแก้ปัญหาไม่ได้เป็นหัวข้อที่แยกออกมาต่างหากแต่เป็นกระบวนการที่สอดแทรกเข้าไปในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการจัดเตรียมบริบทที่จะทำให้ นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558:146-147) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การเรียนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก มุ่งเน้นเพื่อนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มักเป็นสถานการณ์จำลองที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ทำให้จุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับ โรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก เป็นการให้ผู้เรียนฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนและเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างหลากหลายจะช่วยให้ผู้เรียน ได้พัฒนาระบบการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

จากความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อนักเรียน เพราะในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรานั้นต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไปมนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ ซึ่งการให้ผู้เรียนฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนและเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างหลากหลายจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

### 3. ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลายประเภท ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Charles and Lester (1982 : 6-10) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 6 ประเภท โดยพิจารณาตามเป้าหมายของการฝึกดังนี้

1. โจทย์ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. โจทย์ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นโจทย์ปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่นปัญหาในหนังสือเรียนต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจนิมิตทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. โจทย์ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับโจทย์ปัญหาข้อความอย่างง่ายแต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ
4. โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาคำตอบเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหและการประเมินผลคำตอบ
5. โจทย์ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ

ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนคติ ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง

6. โจทย์ปัญหาปริศนา (Puzzle problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ บางครั้งต้องใช้วิธีที่ไม่ธรรมดา หรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

Polya (1957 : 123 - 128) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นโจทย์ปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. โจทย์ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นโจทย์ปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Mayer and Hegarty (1987 : 32) แบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารู้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รู้ว่าต้องใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสม

2. โจทย์ปัญหาไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามิทราบทันทีทันใดว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร

Kutz (1991 : 93) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการแก้ปัญหาวัดดังนี้

1. โจทย์ปัญหาธรรมดา เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

2. โจทย์ปัญหาที่ไม่ธรรมดา เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามustต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอดและหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2) ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนายและให้ความสนุกสนาน

Hatfield, M. M.; Noney, T. E.; and Bitter, G. G. (1993 : 37) แบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหา แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาปลายเปิด (Open- Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหาผู้เรียนไม่รู้สึกลมดหวังในการหาคำตอบ

Reys et al. ( 2003 : 16) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหและความซับซ้อนของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหามust ซึ่งผู้แก้ปัญหามustต้องประมวลความรู้ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันนำมาใช้แก้ปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2550 : 71) แบ่งประเภทของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึกทักษะ เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้วิธีการและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ เป็นปัญหาที่คล้ายในบทเรียนปกติ ไม่ซับซ้อนเน้นให้ผู้เรียนได้

ฝึกทักษะการคำนวณ ฝึกขั้นตอนวิธี มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์และเกิดทักษะที่ต้องการ ปัญหาอาจจะอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์หรือประโยคข้อความ

2. ปัญหาที่ใช้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนกว่าปกติ หรือเป็นปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหามักไม่เคยพบมาก่อน ในการแก้ปัญหามักใช้ความรู้ ทักษะ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องมีการคิดวางแผน และอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูล การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ การจัดระบบ การประมวลผลและแปลความหมาย โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้ วิธีการแก้ปัญหาคือข้อเท็จจริงต่างๆ ในการกาคำตอบ

สรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น โจทย์ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคยเป็น โจทย์ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับ โครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาคือฝึกเป็นประจำสม่ำเสมอ และปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือที่แปลกใหม่เป็น โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหาคือผู้แก้ปัญหามักต้องประมวลความรู้ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหา

#### 4. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีคุณภาพนั้น ผู้แก้ปัญหามักต้องใช้กระบวนการต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

Polya (1957 : 5) กล่าวว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาคือผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาคือหรือนักเรียนต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นกำหนดสิ่งใดให้บ้าง และต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหากับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ถ้าเป็นการแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือแบบเรียนในขั้นนี้ครูผู้สอนควรนำเสนอสนทนาว่า โจทย์กำหนดอะไรให้แล้วให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้และ โจทย์ ถามอะไร สำหรับในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาคือหรือนักเรียนควรดำเนินการ ด้วยตนเองให้ได้

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหาคือผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาคือหรือนักเรียนต้องเชื่อมโยงความ



สัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา จะดำเนินการหาคำตอบของปัญหานั้นได้อย่างไร โดยเลือกกลยุทธ์ ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

3. ขั้นตอนการตามแผน นี้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่ได้เลือกไว้จนกระทั่งหาคำตอบของปัญหานั้นได้ อาจให้ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาหรือนักเรียนหา กลยุทธ์แก้ปัญหาใหม่ที่แตกต่างจากวิธีนี้อีกหลาย ๆ วิธี เพื่อเป็นการพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายต่อไป

4. ขั้นตรวจสอบ นำคำตอบที่หาได้ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการทำย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดให้ ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

### 5. ความหมายและความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นหัวใจสำคัญ เพราะในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรานั้นต้องพบเจอกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไปมนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้จำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา

#### 5.1 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 52) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า วิธีการหาผลลัพธ์ที่ไม่รู้ซึ่งในการหาผลลัพธ์ นักเรียนต้องเขียนสิ่งที่เขา<sup>1</sup>รู้ และใช้กระบวนการแก้ปัญหานักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นเพียงเป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ แต่หลักที่สำคัญคือการ ได้ลงมือปฏิบัติด้วย นักเรียนควรมีโอกาสที่จะได้คิดหาวิธี ได้จับต้องสื่อ และแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 39-40) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นการ ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ไว้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และ

ประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้ พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีปัญหากับปัญหาใหม่ บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 25) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงการที่ผู้เรียนมีทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา แปลภาษาโจทย์ มีกระบวนการคิดแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ หลักการและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

## 5.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การเรียนคณิตศาสตร์ในทุกวันนี้ มุ่งเน้นเพื่อนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญมาก หากนักเรียนมีการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ดังที่ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathematics, 2000: 341) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาจะประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยุทธวิธีต่าง ๆ ใน การแก้ปัญหาคำถามกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและการกำหนด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้าง และแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งหากผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และเจตคติที่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ มีความสามารถในการแก้ปัญหในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาจะประสบความสำเร็จจำเป็นจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาคำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและการกำหนดประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้าง และแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งหากผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และเจตคติที่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 6. องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการได้กล่าวไว้ดังนี้

Suydam. (1990 : 36) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในกาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจในมโนทัศน์และข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538 : 62-74) ได้เสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรเริ่มต้นจากการพิจารณาว่าม้องค์ประกอบอะไรบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถดังกล่าวนี้ เพื่อให้เกิดแนวความคิดในการเสนอแนะวิธีการพัฒนาที่เหมาะสมองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงต่อไปนี้จะเน้นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ซึ่งเป็นผู้ได้รับการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้ คือทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานั้นนักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจ โดยสามารถแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่

จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกแยกแยะประเด็นต่างๆ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างตัวแบบการยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะเกิดจากการฝึกฝน ทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆหลายรูปแบบ ซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มี ประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ ก็สามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่า ปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับ ปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้างนักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากที่ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ซึ่งในขั้นนั้น ปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณและบางปัญหา จะต้องใช้กระบวนการและเหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหา แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยพื้นฐานในการเขียน การพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์และวิธีการพิสูจน์แบบต่างๆเท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงจูงใจ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีแรงจูงใจที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงจูงใจนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่เจตคติ ความสนใจ อัดโนทซ์ส์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหาซึ่งปัจจัยต่างๆ ทางด้านจิตพิสัยเหล่านี้ จะต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจในมโนทัศน์และข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

#### 7. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สิ่งที่มีความสำคัญประการหนึ่งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัจจัยที่จะทำการแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Clyde(1967 : 112) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เพศ เกรด วุฒิภาวะ ประสบการณ์และความสามารถในการอ่านของนักเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน เจตคติของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครู

Henny (1971 : 223-224) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. บรรยากาศในชั้นเรียน
2. เจตคติของนักเรียน
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. พฤติกรรมการสอนของครู

Heimer and Trueblood (1977 : 30-32) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ใน โจทย์จะช่วยให้ นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ทักษะการคำนวณ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. เจตคติของนักเรียน
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. บรรยากาศในชั้นเรียน
8. พฤติกรรมการสอนของครู

Zalewski (1978 : 2804-A) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จ ดังนี้

1. ความเข้าใจในการอ่านศัพท์ การตีความจากกราฟและตาราง
2. พฤติกรรมการสอนของครู
3. เจตคติของนักเรียน
4. ความสามารถในการจัดกระทำ
5. บรรยากาศในชั้นเรียน

สมาคมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991 : 57) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์นิยาม มโนทัศน์และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทาง สมรรถนะของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหายุ่งยาก ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่างๆ หลากรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกันการเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผลเมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผลผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่หรือที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องวิเคราะห์ห้อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิดคือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. เกรดของนักเรียน นั่นคือความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดี จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดู ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้ออกสาแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลยหรือเข้มงวดเกินไป

8. พฤติกรรมการสอนของครู การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่า แบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเช่นกัน

Heddens and Speer (1992 : 34-35) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

#### 1. เพศ

2. เกรดเฉลี่ย
3. พฤติกรรมการสอนของครู
4. เจตคติของนักเรียน
5. พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
6. บรรยากาศในชั้นเรียน

Baroody (1993 : 208-210) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เกรดของนักเรียน
2. บรรยากาศในชั้นเรียน
3. เจตคติของนักเรียน

Cruikshank and Sheffield (2000 : 40) กล่าวถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
3. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
5. ความสามารถทางสมองของนักเรียน

กรมวิชาการ (2544 : 106-107) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์ต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก
2. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
4. การเริ่มต้นแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่าเริ่มต้นอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน
5. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ
6. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนจะมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาดังๆ
7. บรรยากาศในชั้นเรียน
8. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันการที่จะเป็น



นักแก้ปัญหาที่คิดจะต้องได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งคล้ายกับการที่จะเป็นนักศิลปะเก่ง นักเล่นกอล์ฟฝีมือเยี่ยมก็ต้องฝึกฝนฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ

Weiner(1972 : 203-215) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์ต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เพศ
2. เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์

Herman (1970 : 354-355) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์ต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เพศ
2. เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์
3. พฤติกรรมการสอนของครู

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เพศ เกรดวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์

## 8. ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยไว้ดังนี้ เพศ เกรด บรรยากาศในชั้นเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 8.1 เพศ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2555 : 105) ได้ให้ความหมายของคำว่า เพศ หมายถึง รูปลักษณะที่แสดงให้รู้ว่าหญิงหรือชาย หรือลักษณะบอกให้ใครๆ รู้ว่า บุคคลนั้นๆ เป็นผู้หญิงหรือผู้ชาย ในลักษณะของรูปพรรณ

### 8.2 เกรด

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2546: 25) เกรดวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่เป็นผลการประเมิน เพื่อบอกระดับผลการเรียนรู้ ผลการปฏิบัติงานของ

ผู้เรียน แสดงถึงระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในรายวิชา แทนสัญลักษณ์และความหมายดังนี้

- 4 หมายถึง ผลการเรียนรู้ดีเยี่ยม
- 3.5 หมายถึง ผลการเรียนรู้ดีมาก
- 3 หมายถึง ผลการเรียนรู้ดี
- 2.5 หมายถึง ผลการเรียนรู้ค่อนข้างดี
- 2 หมายถึง ผลการเรียนน่าพอใจ
- 1.5 หมายถึง ผลการเรียนรู้พอใช้
- 1 หมายถึง ผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
- 0 หมายถึง ผลการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ
- ร หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ไม่ส่งงานชิ้นสำคัญ
- มส มส หมายถึง นักเรียนมีเวลาเรียนไม่ถึง 80%

### 8.3 บรรยากาศในชั้นเรียน

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของบรรยากาศในชั้นเรียนไว้ดังนี้

นิภา นิชยาน(2530 : 7) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง บรรยากาศในชั้นเรียนที่ครูแสดงออกถึงความสนใจต่อผู้เรียน มีการเสริมแรง กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ ให้ความรักความอบอุ่น เป็นกันเองกับผู้เรียน และผู้เรียนเป็นมิตรต่อกัน

บุญทัน อยู่ชมบุญ(2533 : 4) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง องค์ประกอบสามด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสมอง และด้านอารมณ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และแสวงหาความรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์

วิจิตร อวระกุล(2537 : 63) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง ห้องเรียนที่มีบรรยากาศอบอุ่น ราบรื่น ทุกคนจริงใจต่อกัน ต่างคนต่างช่วยเหลือซึ่งกันและกันนักเรียนและครูต่างก็มีความสุข ทุกคนนับถือกฎเกณฑ์และระเบียบของห้องเรียน ซึ่งครูและนักเรียนช่วยกันคิดค้นขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นลักษณะที่ต่างคนต่างก็ไว้ใจซึ่งกันและกัน มีความหวังดีต่อกัน โดยครูเป็นกัลยาณมิตรของนักเรียน บรรยากาศที่ครูแสดงออกถึงความสนใจต่อนักเรียน มีการเสริมแรง กระตุ้นให้นักเรียน

ได้แสดงความสามารถ ให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน และนักเรียนเป็นมิตรต่อกัน

ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2543 : 16-17) ได้ให้ความหมายของ สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนควรมีแสงสว่างที่เพียงพอ ห้องเรียนควรมีมุมเสริมทักษะ มีการจัดป้ายนิเทศ การตกแต่งห้องเรียนด้วยผลงานของนักเรียน ห้องเรียนไม่คับแคบจนเกินไป สามารถจัดกิจกรรมได้อย่างสะดวกมีการจัดโต๊ะเปลี่ยนเป็นรูปตัวที่ ตัวยู รูปร่างวงกลม รวมถึงระดับอารมณ์และความรู้สึกของครูกับนักเรียนที่เกิดความเป็นมิตรต่อกัน และนักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียน มีการตอบสนองเป็นอย่างดี บรรยากาศในชั้นเรียนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ควรเริ่มต้นจากสิ่งใกล้ตัวผู้เรียนมากที่สุด คือความรู้สึกภายใน ทั้งนี้จะต้องไม่มีบรรยากาศของความกลัว ความหวาดระแวง ความดูหมิ่นเหยียดหยาม ตีตีสอน บรรยากาศของการเรียนรู้ที่เน้นตัวผู้เรียนเป็นสำคัญจะต้องให้อิสระแก่ผู้เรียน โดยเฉพาะอิสรภาพจากความหวาดกลัว ซึ่งจากความเห็นดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของบรรยากาศทาง จิตวิทยาที่มีผลต่อความรู้สึก และการกระทำของผู้เรียน

สรุปได้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนควรมีแสงสว่างที่เพียงพอ ห้องเรียนควรมีมุมเสริมทักษะ มีการจัดป้ายนิเทศ การตกแต่งห้องเรียนด้วยผลงานของนักเรียน ห้องเรียนไม่คับแคบจนเกินไป สามารถจัดกิจกรรมได้อย่างสะดวกมีการจัดโต๊ะเปลี่ยนเป็นรูปตัวที่ ตัวยู รูปร่างวงกลม รวมถึงระดับอารมณ์และความรู้สึกของครูกับนักเรียนที่เกิดความเป็นมิตรต่อกัน และนักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียน มีการตอบสนองเป็นอย่างดี ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่าบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์

#### 8.4 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 25) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีทั้งทางบวกและทางลบ เพราะผู้ที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางบวก ส่วนผู้ที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางลบ การที่ครูคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องหากวิธีให้นักเรียนชอบคณิตศาสตร์ ไม่เบื่อหน่าย และไม่เคร่งเครียดจนเกินไป การใช้เพลงประกอบการสอนของครูก็จะเป็นวิธีหนึ่ง

อารี พันธุ์ณี(2542 : 45) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือ ถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี เข้าใจ สนใจ และตั้งใจเรียนย่อมส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ถ้านักเรียนเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ย่อมทำให้นักเรียนขาดความสนใจไม่ตั้งใจเรียน ยังผลให้การเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จ

สถิต วงศ์สวรรค์(2540 : 87) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง จุดประสงค์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญมากอันหนึ่งนอกเหนือจากการพัฒนาด้านพุทธิพิสัยแล้ว คือการส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้าน จิตพิสัยควบคู่ไปด้วย ดังนั้น ถ้าครูสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ ย่อมมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น

ศรีธรรม ณะภูมิ(2535 : 27) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านดีและไม่ดีเป็นความคิดเห็น หรือความรู้สึกเกี่ยวกับความสำคัญ เนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงคุณประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

วิจิตร อวาทกุล(2537:10-11) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงออกในรูปของความพึงพอใจ เห็นด้วย หรือสนับสนุนหรือไม่เห็นด้วยหรือไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การแสดงออก 3 ลักษณะ คือ ด้านความคิด (Thinking) ด้านความความรู้สึก (Conscious) ด้านการแสดงออก (Behavioral)

1. ด้านความคิด (Thinking) หมายถึง ความรู้สึก ความเข้าใจ ในการแสดงออกของแต่ละบุคคลโดยอาศัยประสบการณ์เป็นพื้นฐานให้เกิดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ด้านความรู้สึก (Conscious) หมายถึง การชอบ ไม่ชอบ พอใจ ไม่พอใจเห็นด้วยไม่เห็นด้วยต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ด้านการแสดงออก (Behavioral) หมายถึง การเตรียมความพร้อมต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วารินทร์ สายโอบเอื้อ(2533 : 6) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง ความรู้/ความเข้าใจ ความรู้สึกหรือความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนพร้อมที่จะมีพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตอบสนองต่อ

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยความรู้สึกพึงพอใจ หรือไม่พึงพอใจก็ได้ วัตถุประสงค์จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางบวกและทางลบ เพราะถ้าผู้ที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางบวก จะมีความชอบในวิชาคณิตศาสตร์ ต้องการที่จะเรียนคณิตศาสตร์ มีความสุขรู้สึกสบายใจเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสนใจ ตั้งใจในการเรียน เมื่อมีกิจกรรมให้ทำจะให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ และทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมต่างๆออกมาได้ดี

### 8.5 พฤติกรรมการสอนของครู

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูไว้ดังนี้

กันยา สุวรรณแสง (2532 : 1) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำที่ครูกำหนดให้มีขึ้นภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอนซึ่งมีทั้งการกระทำหรือการแสดงออกของครูและของนักเรียนที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันในชั้นเรียน มีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูดการอธิบาย การใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียนการทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 45) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครู ว่าเป็น พฤติกรรมการสอนของครูมีบทบาทในการสร้างความรู้ที่ดีให้แก่ นักเรียน เช่นเดียวกับบุคลิกภาพของครู ในการสอนครูต้องใช้เทคนิคและทักษะการสอนที่สอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียนและบทเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้ เจตคติ และทักษะตามที่หลักสูตร กำหนด พฤติกรรมของครูควรเป็นดังนี้

1. ตอบสนองพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้เทคนิคการเสริมแรงที่เหมาะสม เช่น ใช้วาจา ใช้ท่าทาง ให้รางวัล และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตลอดจนให้ทำกิจกรรมที่นักเรียนชอบ ครูควรเสริมแรงให้ทั่วถึงและเหมาะสม
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของเขามีประโยชน์ พยายามนำความคิดเห็นเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้
3. ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม การให้ทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ใช้ความรู้ ความคิดความสามารถที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ ฝึกการสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดี และได้ผลงานนำมาสู่ความภาคภูมิใจในกลุ่มและตนเอง ในการมอบหมายงานให้กลุ่มทำนั้น ครูควรคำนึงถึงความยากง่ายของงาน ความรู้และความสามารถของนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้

งานกลุ่มประสบความสำเร็จ เป็นการสร้างความรู้สึกทางบวกให้แก่นักเรียน งานใดที่ครูเห็นว่ายาก ครูควรเข้าไปดูแลกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหาในกลุ่มของตน ครูจะต้องมีความอดทนที่จะไม่รีบชี้แนะ หรือบอกวิธีการแก้ปัญหาตรง ๆ ต้องฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ หลาก ๆ แบบจนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

4. ใช้เทคนิคและวิธีสอนที่ไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการเรียน ครูควรคิดค้นคว้าและแสวงหาแนวทางวิธีการใหม่ ๆ มาใช้จัดการเรียนการสอน วิธีการสอนควรเป็นวิธีที่ดึงดูดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือนักเรียนเป็นผู้กระทำการกิจกรรม เช่น วิธีการสอนแบบทดลอง แบบแก้ปัญหา แบบแสดงบทบาทสมมติ แบบสืบสวนสอบสวน แบบแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม แบบอภิปราย แบบศูนย์การเรียน ตลอดจนนวัตกรรมการสอนที่น่าสนใจ การจะใช้วิธีสอนแบบใดนั้นครูต้องเลือกให้เหมาะสมกับบทเรียน ระยะเวลา สติปัญญา และวัยของนักเรียน

กฤษศรี คำชาย (2542 : 3) สรุปไว้ว่า การสอนเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดซึ่งต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน

นวลละออ สุภาพล(2527 : 11 ) ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า หมายถึง การที่ครูมีวิธีการสอนหรือเทคนิคต่างๆให้ผู้เรียนเกิดการสนใจไม่เบื่อหน่ายในการเรียน การที่ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียน มีการใช้สื่อในการเรียนการสอน มีเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย

นิภา นิธยาน (2530 : 80 ) ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า การกระทำหรือกิจกรรมที่ครูแสดงออกด้าน เทคนิคและวิธีสอน การใช้สื่อการสอน การใช้หลักจิตวิทยา และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนทั้งในด้านความรู้ความสามารถ เจตคติ และทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การที่ครูมีวิธีการสอนหรือเทคนิคต่างๆให้ผู้เรียนเกิดการสนใจไม่เบื่อหน่ายในการเรียน การที่ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียน มีการใช้สื่อในการเรียนการสอน มีเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ในชั้นเรียนครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่าพฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์

## 9. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักศึกษาหลายท่านได้เสนอการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2537 : 62-74) กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยามาเป็นแนวทางดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา
  - 1) การพัฒนาทักษะการอ่าน
  - 2) การใช้วิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ หารยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องใกล้ตัว
  - 3) การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาในชีวิตจริงให้นักเรียนได้ฝึกทำความเข้าใจ
2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งมีแนวทาง ดังนี้
  - 1) ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตัวเอง
  - 2) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาต่างๆ
  - 3) สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนคิดก่อนลงมือทำเสนอ
  - 4) จัดหาปัญหามาให้นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อยๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน
  - 5) ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 แบบ
3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผนในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน
4. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้น
5. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ ซึ่งครอบคลุมประเด็น 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก เป็นการมองย้อนกลับ ไปในขั้นตอนการแก้ปัญหาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนและขั้นดำเนินการตามแผน โดยพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ รวมทั้งการพิจารณาหาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สอง

เป็นการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เพิ่งสิ้นสุดลงนั้นทั้งใน ส่วนที่เป็นเนื้อหาและกระบวนการ โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นใหม่ โดยมีแนวทาง ดังนี้

1) กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชิน เป็นนิสัย

2) ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ

3) ฝึกการตีความหมายของคำตอบ

4) สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่หาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

5) ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 47) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียน สามารถสรุปได้เป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอน ความรู้หรือพัฒนาทักษะใดๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้น การฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิด ประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการ สอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญ หา เช่น การสอนกระบวนการการแก้ปัญหของ Polya กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ควร ฝึกให้นักเรียนคิด คาดคะเนหาคำตอบ โดยการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการ ต่างๆ ตามความถนัดของผู้เรียน

## 10. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ไว้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 35-36) ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา คะแนนเต็ม 2

0 หมายถึง ไม่แสดงระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ



- 1 หมายถึง ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วน
  - 2 หมายถึง ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องครบถ้วน
2. การวางแผนแก้ปัญหา คะแนนเต็ม 3
- 0 หมายถึง ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ
  - 1 หมายถึง กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้บางส่วน
  - 2 หมายถึง กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้ครบ
  - 3 หมายถึง กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้ถูกต้อง
3. การดำเนินการแก้ปัญหา คะแนนเต็ม 5
- 0 หมายถึง แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณ ไม่ระบุค่าของตัวแปรหรือระบุค่าตัวแปรไม่ถูกต้อง
  - 1 หมายถึง แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณแต่ระบุค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง
  - 3 หมายถึง แสดงการคำนวณส่วนใหญ่ที่นำไปสู่การหาค่าของตัวแปรได้ แต่ไม่ได้ระบุค่าของตัวแปรหรือระบุไม่ถูกต้อง
  - 5 หมายถึง แสดงการคำนวณและหาค่าของตัวแปรได้ถูก
4. การตรวจสอบและสรุปคำตอบ คะแนนเต็ม 2
- 0 หมายถึง ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง
  - 1 หมายถึง แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง
  - 2 หมายถึง แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์และสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน

## ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ( Fuzzy Logic )

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับ เพื่อให้รู้ว่าสิ่งที่เราสนใจศึกษาอยู่ในระดับใด โดยได้ทำการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

### 1. ความหมายของตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic )

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับ เพื่อให้รู้ว่าสิ่งที่เราสนใจศึกษาอยู่ในระดับใด ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เราแบ่งระดับได้ง่ายขึ้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) ดังนี้

L.A.Zadeh (1965 : 1) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) ไว้ว่าตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับที่ช่วยในการตัดสินใจภายในได้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์

J. C. Bezdek (1981: 1) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของปัญหาทั้งหมด โดยการแบ่งระดับของปัญหานั้น โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึงความไม่แน่นอน สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัวได้

Michael (2011: 24) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) ไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับ ซึ่งจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือ ความไม่แน่นอนของระบบ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์ ด้วยการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอน เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยอาศัยเซตของความ เป็นสมาชิก

สรุปได้ว่า ตรรกศาสตร์คลุมเครือ(Fuzzy Logic) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดระดับช่วยในการตัดสินใจ โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ด้วยการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอน เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัวได้ โดยการแบ่งระดับเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

## 2. ความสำคัญของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ในปัจจุบันได้มีการนำหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ มาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นหลักการที่สามารถวัดระดับได้เป็นอย่างดี มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสำคัญของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ดังนี้

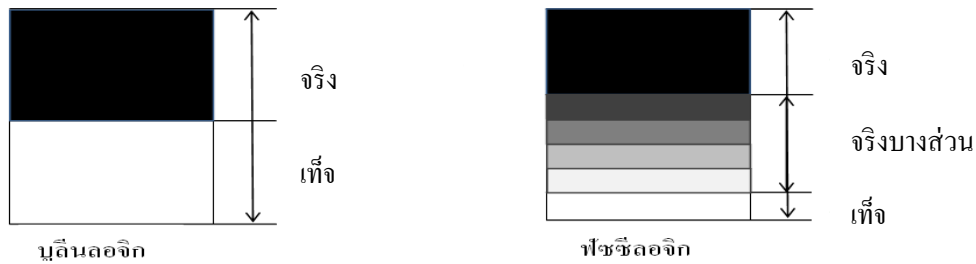
Michael (2011: 25) ได้กล่าวถึง ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ว่าเป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในวงการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการทหาร ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักศึกษาด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศควรจะได้ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจในศาสตร์ฟัซซีลอจิกให้ลึกซึ้ง ทั้งนี้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆซึ่งนับวันจะยังมีความต้องการระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนระบบได้โดยอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป มีการตัดสินใจแบบชาญฉลาดยิ่งมนุษย์ได้มากขึ้น ซึ่งมนุษย์สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ไม่เคยพบได้ โดยอาศัยความรู้เท่าที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 3. พื้นฐานแนวคิดแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) หรือตรรกศาสตร์คลุมเครือ ได้พัฒนาจากฟัซซีเซต (Fuzzy Set) ที่คิดค้นโดย L.A.Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 ซึ่งเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก โดยฟัซซีเซต เป็นเซตที่มีขอบเขตไม่เด่นชัดหรือคลุมเครือ เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการคล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการนำฟัซซีลอจิกไปประยุกต์ใช้งานมากมายหลายสาขา โดยเฉพาะในสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ออกแบบและสั่งการให้เครื่องจักรทำงานเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ ก่อกำเนิดเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า ระบบควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายรูป ระบบควบคุมการทำงานของหม้อหุงข้าว ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้กับตู้เย็น

ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) หรือเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์  $[0,1]$  ส่วนตรรกะแบบจริงเท็จจะเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์  $\{0,1\}$  เท่านั้น

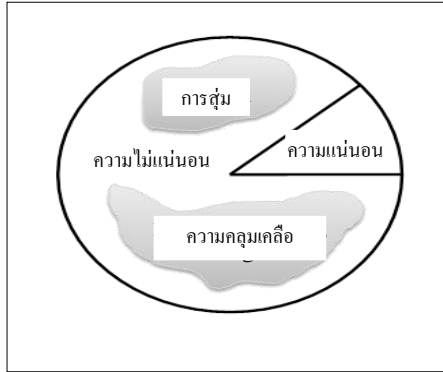
ตรรกะแบบฟัซซี (fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในได้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิถีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (completely true) กับเท็จ (completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 ตรรกะแบบจริงเท็จ (บูลีนลอจิก) กับ ตรรกะแบบฟัซซี (ฟัซซีลอจิก)

มากกว่า 2 ค่า และแตกต่างกับไบวาแลนซ์ (bivalence) ที่มีความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่า ฟัซซีเซต (Fuzzy set) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง “ความไม่แน่นอน (uncertainty)” สามารถที่ไม่ใช่เพียง 2 กรณี ซึ่งหากำหนดว่า คนที่อ้วนคือคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 75 กิโลกรัม คอมพิวเตอร์จะให้ผลว่าคนที่น้ำหนัก 74.50 กิโลกรัม ไม่จัดเป็นคนที่อ้วน จะสร้างและกำหนดรูปแบบ (modeling) ของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัว รวมถึงความขาดข้อมูลบางส่วน โดยทฤษฎีของฟัซซีเซตจะใช้ลักษณะความหมายตัวแปร (linguistic) มากกว่าปริมาณ (quantitative) ของตัวแปร เช่น การหาความหมายของ “คนที่อ้วน” เราไม่สามารถนิยามค่าความอ้วนที่ตรงกันและระบุเป็นหนึ่งเดียว (identical) สำหรับคนที่อ้วน นาย ก. จะให้ความหมายของ “คนอ้วน” หมายถึงคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 70 กิโลกรัม นาย ข. ให้ความหมายว่าเป็นคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 75 กิโลกรัม ซึ่งทั้งสองคนต่างแสดงความหมายของคำว่า คนที่อ้วนโดยเปรียบเทียบและในมุมมองของตัวเองตามน้ำหนักของตน ในการทำงานในมุมมองแบบฐานสอง (Binary sense) จะได้ผลเป็น ใช่ หรือ แต่จะเห็นว่าบุคคลนี้เป็นคนอ้วนน้ำหนักเกือบจะ 75 กิโลกรัม และถึงแม้ว่าบุคคลนี้จะมีน้ำหนัก 75 กิโลกรัม แต่หากพิจารณาจากกลุ่มคนที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัม บุคคลนี้ก็จะไม่จัดอยู่ในกลุ่มคนที่อ้วน แสดงให้เห็นว่าความอ้วนไม่ได้มีลักษณะความไม่แน่นอนแบบสุ่ม จากการศึกษาค้นคว้าปัญหาต่างๆ ไปจะแสดงถึงรูปแบบลักษณะการกระจายของปัญหา แผนภาพที่ 2 เป็นการแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการตัดสินใจของปัญหาทั้งหมดมีเพียงส่วนน้อยที่เป็นสิ่งที่แน่นอน (certainty) ที่เหลือคือสิ่งที่

ไม่แน่นอนซึ่งประกอบด้วยความไม่แน่นอนที่มีลักษณะแบบสุ่ม และความไม่แน่นอนที่มีลักษณะเป็นฟัซซี หรือคลุมเครือ ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 40 เพราะปัญหาส่วนมากเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งจะตัดสินใจตามพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลักมนุษย์ซึ่งจะตัดสินใจตามพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก



แผนภาพที่ 2 ความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ฟัซซีจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือ ความไม่แน่นอนของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอนเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ (Decision making) โดยอาศัยเซตของความไม่เป็นสมาชิก (Set membership)

#### 4. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยการกำหนดค่าให้กับสมาชิกที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่สำคัญต่อการดำเนินการของฟัซซี เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหาโดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 6 ชนิด ดังนี้

1. ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 3 ค่า คือ  $\{a, b, c\}$  ดังสมการที่ 1

$$\text{triangular}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0 & , x < a \\ (x-a)/(b-a), & a < x < b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c \\ 0 & , x > c \end{cases} \quad (1)$$

2. ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 4 ค่า คือ  $\{a, b, c, d\}$  ดังสมการที่ 2

$$\text{trapezoidal}(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & , x < a \\ (x-a)/(b-a), & a < x < b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c), & c \leq x \leq d \\ 0 & , x > d \end{cases} \quad (2)$$

3. ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ  $\{m, \sigma\}$  ซึ่ง  $m$  หมายถึงค่าเฉลี่ยและ  $\sigma$  หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสมการที่ 3

$$\text{gaussian}(x: m, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{\sigma^2}\right) \quad (3)$$

4. ฟังก์ชันระฆังคว่ำ (Bell-shaped Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่า คือ  $\{a, b, c\}$  ดังสมการที่ 4

$$\text{bell-shaped}(x: a, b, c, d) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}} \quad (4)$$

5. ฟังก์ชันตัวเอส (Smooth Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ  $\{a, b\}$

$$S(x: a, b) = \begin{cases} 0 & , x < a \\ 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 & , a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 & , \frac{a+b}{2} \leq x \leq b \\ 1 & , x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

6. ฟังก์ชันตัวแซก (Z-Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์

ตอร์ทั้งหมด 2ค่า คือ  $\{a, b\}$

$$Z(a: a, b) = \begin{cases} 1 & , x < a \\ 1 - 2\left(\frac{x - b}{b - a}\right)^2 & , a \leq x \leq \frac{a + b}{2} \\ 2\left(\frac{x - b}{b - a}\right)^2 & , \frac{a + b}{2} \leq x \leq b \\ 0 & , x \geq b \end{cases} \quad (6)$$

การเลือกฟังก์ชันของความเป็นสมาชิกขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลที่ได้รับเข้ามา โดยสามารถที่ทับซ้อนกันเพื่อให้การดำเนินงานราบเรียบ ซึ่งมีความเป็นสมาชิกหลายค่าได้และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะกับงานที่กำลังปฏิบัติงานหรือตามความต้องการได้

### 5. การดำเนินการของฟัซซีเซต

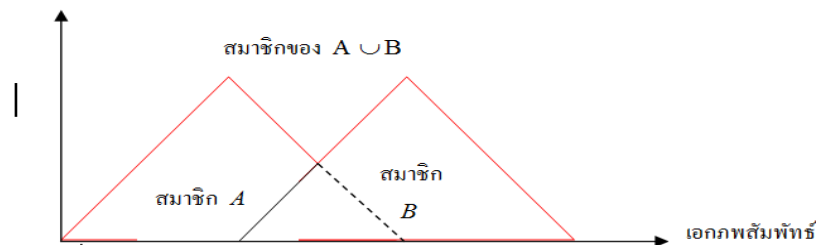
การดำเนินการของฟัซซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตโดยทั่วไป มีการดำเนินการ (Operation) คือ Union, Intersection และ Complement กำหนดให้ A และ B เป็นฟัซซีเซตย่อยของเซต U ซึ่งมีความเป็นสมาชิกเท่ากับ  $\mu_A$  และ  $\mu_B$  ตามลำดับ

1. การผนวก (Union) ของ A และ B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $A \cup B$  ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการที่ (7)

$$A \cup B = \{x: x \in A \text{ or } x \in B\} \quad (7)$$

ค่าความเป็นสมาชิกของ  $A \cup B$  คือค่าสูงสุดของค่าความเป็นสมาชิกของเซต A และค่าความเป็นสมาชิกของเซต B นั่นคือ ดังแผนภาพที่ 3

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก



แผนภาพที่ 3 แสดงการผนวก (Union) ของฟัซซีเซต A และ B

2. การตัด (Intersection) ของ A และ B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $A \cap B$  ซึ่งจะ

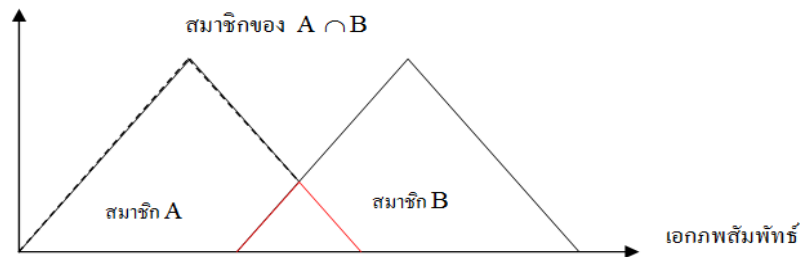
นิยามได้ดังสมการที่ 8

$$A \cap B = \{x : x \in A \text{ and } x \in B\} \quad (8)$$

ค่าความเป็นสมาชิกของ  $A \cap B$  คือค่าต่ำสุดของค่าความเป็นสมาชิกของเซต A และ B ค่าความเป็นสมาชิกของเซต B นั่นคือ  $\mu$

$$A \cap B = \min\{\mu_A, \mu_B\} \text{ ดังแผนภาพที่ 4}$$

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก



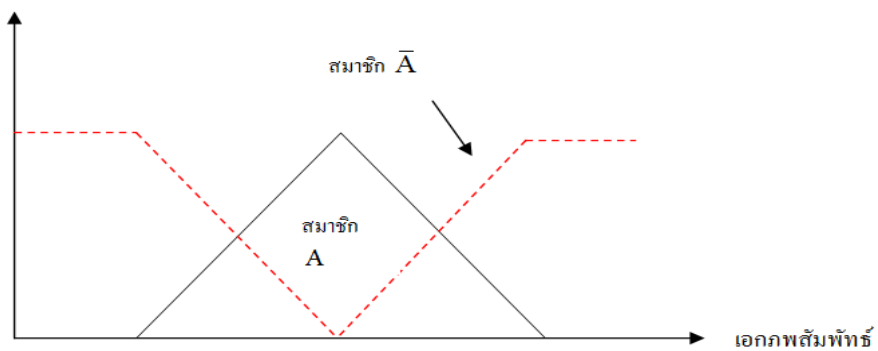
แผนภาพที่ 4 แสดงการตัด (Intersection) ของ A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $\bar{A}$

ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการที่ 9

$$\bar{A} = \{x : x \in U : x \notin A\} \quad (9)$$

ค่าความเป็นสมาชิกของ  $\bar{A}$  คือ ความไม่เป็นสมาชิกของเซต A นั่นคือ  $\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A$  ดังแผนภาพที่ 5

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก



แผนภาพที่ 5 แสดงการเติมเต็ม (Complement) ของฟัซซีเซต A



## 6. ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบคลุมเครือ

ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบโดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยมีการพัฒนาเกณฑ์มาจากหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือมาจาก Michael (2011 : 25) เพื่อใช้วัดระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด โดยพิจารณาตามฟังก์ชันสมาชิกของ  $m_{A_i}$  ดังนี้

$$m_{A_i}(x) = \begin{cases} 1 & , \text{ ถ้า } \frac{4n}{5} < n_{ie} \leq n \\ 0.75 & , \text{ ถ้า } \frac{3n}{5} < n_{id} \leq \frac{4n}{5} \\ 0.5 & , \text{ ถ้า } \frac{2n}{5} < n_{ic} \leq \frac{3n}{5} \\ 0.25 & , \text{ ถ้า } \frac{n}{5} < n_{ib} \leq \frac{2n}{5} \\ 0 & , \text{ ถ้า } 0 \leq n_{ia} \leq \frac{n}{5} \end{cases}$$

เมื่อ  $n$  แทน จำนวนคะแนนสอบ (120 คะแนน)

$n_{ia}$  แทน จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำมาก

$n_{ib}$  แทน จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ

$n_{ic}$  แทน จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

$n_{id}$  แทน จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง

$n_{ie}$  แทน จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความสำเร็จในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูงมาก

พิจารณา ระดับที่ 1 ;  $0 < \text{ต่ำมาก} \leq \frac{n}{5}$

$$0 < \text{ต่ำมาก} \leq \frac{120}{5}$$

∴ ระดับที่ 1 อยู่ในช่วง 0 – 24

ระดับที่ 2 ;  $\frac{n}{5} < \text{ต่ำ} \leq \frac{2n}{5}$

$$\frac{120}{5} < \text{ต่ำ} \leq \frac{240}{5}$$

∴ ระดับที่ 2 อยู่ในช่วง 25 – 48

ระดับที่ 3 ;  $\frac{2n}{5} < \text{ปานกลาง} \leq \frac{3n}{5}$

$$\frac{240}{5} < \text{ปานกลาง} \leq \frac{360}{5}$$

∴ ระดับที่ 3 อยู่ในช่วง 49 – 72

$$\text{ระดับที่ 4 ; } \frac{3n}{5} < \text{สูง} \leq \frac{4n}{5}$$

$$\frac{360}{5} < \text{สูง} \leq \frac{480}{5}$$

∴ ระดับที่ 4 อยู่ในช่วง 73 – 96

$$\text{ระดับที่ 5 ; } \frac{4n}{5} < \text{สูงมาก} \leq n$$

$$\frac{480}{5} < \text{สูงมาก} \leq 120$$

∴ ระดับที่ 5 อยู่ในช่วง 97 – 120

ซึ่งได้แสดงเกณฑ์ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงช่วงคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ช่วงคะแนนของความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
สูงมาก	97 – 120
สูง	73 – 96
ปานกลาง	49 – 72
ต่ำ	25 – 48
ต่ำมาก	0 – 24

ซึ่งผู้วิจัยได้นำรูปแบบ Fuzzy Model ของ Michael มาปรับใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

### แบบทดสอบ(Test)

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้  
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ว่านักเรียนได้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

## 1. ความหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ดังนี้

Brown (1998 : 90) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่การวัดโดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปริคาปริสุทธ์ (2542: 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

สมนึก ภัททิยธณี (2551 : 2) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่นๆ อย่างหลากหลาย

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของคำถาม หรือชุดงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

ไพศาล วรคำ (2554 : 233) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

จากความหมายของแบบทดสอบ สรุปได้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อวัดพฤติกรรมที่ต้องการ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผล และแน่นอน

## 2. ประเภทของแบบทดสอบ

การแบ่งประเภทของแบบทดสอบ สามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 62 - 67) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

### 1. แบ่งตามสมรรถแผนแผนภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่างๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่างๆ หรือความสามารถพิเศษ

### 2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

- 2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ
- 2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน
3. แบบตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
  - 3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อมากและค่อนข้างง่าย
  - 3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อน้อย
4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท
  - 4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบที่แต่ละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ
  - 4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบที่หลายๆ คน เป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมากๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้
5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท
  - 5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้นๆ เป็นหลัก
  - 5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์ รูปภาพ ตัวเลข แทนภาษา
6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
  - 6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วยการเรียนรู้
  - 6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบท ทุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน
7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
  - 7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเรียนอย่างเสรี
  - 7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 233 – 234) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ โดยอาศัยกฎเกณฑ์ ออกเป็นดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ
  - 1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ และ ทักษะ
  - 1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)
  - 1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)
    - 1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)
    - 1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude Test)
    - 1.3.3 แบบวัดความพร้อม (Readiness Test)
  - 1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Test)
2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่
  - 2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test)
  - 2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test)
  - 2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test)
3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง จำแนกได้ 2 ประเภท คือ
  - 3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)
  - 3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (non-Standardized Test)
4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ
  - 4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)
  - 4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm- Referenced Test)
5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ
  - 5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) ประกอบด้วย
    - 5.1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)
    - 5.1.2 แบบทดสอบแบบความเรียง (Essay Test)
    - 5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
    - 5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)
  - 5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)
  - 5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

จากประเภทของแบบทดสอบ สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภทหลัก ๆ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ แบบวัดความถนัด แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบภาคปฏิบัติ แบบทดสอบข้อเขียน และแบบทดสอบมาตรฐาน

### 3. ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

แบบทดสอบที่ดี จะต้องสามารถวัดพฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการวัดได้ นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2551 : 67-71) แบบทดสอบนับเป็นเครื่องมือวัดผลที่มีคุณค่าและสำคัญที่สุด แต่แบบทดสอบที่จะนำมาใช้จะต้องมีคุณภาพ โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้สอน โดยตรง แบบทดสอบจะมีคุณภาพเพียงใด ต้องมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงเปรียบเสมือนความถูกต้องของแบบทดสอบ เช่น ต้องการวัดว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคำนวณหรือไม่ก็ถามให้คำนวณ คะแนนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในเชิงคำนวณ มิใช่ได้คะแนนมากเพราะสะอาด ใช้ภาษาสละสลวย ลายมือสวยงาม เป็นต้น ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่จะวัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ตามหลักสูตร หรือตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน กล่าวคือ เมื่อทำการสอนในเนื้อหาใดก็จะต้องออกข้อสอบให้ตรงตามเนื้อหานั้น และที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาด้วย

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่จะวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัจจุบันของนักเรียน หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบ ที่ช่วยให้ครูประมาณสภาพอันแท้จริงของผู้เรียน ในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของนักเรียน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ความเชื่อมั่น หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับ ที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำข้อสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการเปรียบเทียบหรือเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้ทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้ผู้ชี้แจงหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นผู้ที่เรียนเก่งหรือขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ตั้งถามให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความช่วยขุ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้เรียนทำด้วยความสนุก เพลิดเพลิน ไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะทำให้แบบทดสอบมีความช่วยขุอยากตอบ ก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปข้อยาก ใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าข้อสอบเป็นแบบอัตนัยก็ให้บรรยายพอเหมาะ และไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามการตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้ผู้เรียนงง ผู้เรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกคิดว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม และความไม่จำเพาะเจาะจงของข้อสอบนี้ อาจเกิดขึ้นกับข้อสอบทุกชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบได้รัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบ ไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบจะเป็นปรนัยหรือไม่ จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้ง หรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายให้คะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี ได้แก่ สภาพห้องสอบเรียนร้อยไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบ กรรมการคุมสอบรัดกุม เป็นต้น

9. อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้สอบที่มีคุณ



ลักษณะ หรือความสามารถที่แตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม อำนาจจำแนกของข้อสอบหมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่า คนกลุ่มนั้นทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก

10. ความยาก หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบถูกได้มากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วน ของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป เรียกว่า มีความยากพอเหมาะ เพราะคุณค่าของข้อสอบ ดังกล่าว จะช่วยจำแนกผู้เข้าสอบได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน ข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูก หรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูก ต่างก็ไม่สามารถจำแนกได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน จึงไม่มีคุณค่าในการจำแนก ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ไพศาล วรคำ (2554 : 232-233) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของเครื่องมือที่ดี มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีความเที่ยงตรง เครื่องมือที่ดีจะต้องสามารถวัดได้ตามจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด
2. มีความเชื่อมั่น เครื่องมือที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่มีความเชื่อมั่นสูง หรือมีความแน่นอน คงเส้นคงวา
3. มีความเป็นปรนัย เครื่องมือที่ดีควรมีความเป็นปรนัยสูง คือ มีความชัดเจนทั้งในข้อคำถาม คำตอบ และการให้คะแนน ที่ทำให้ทุกคนสามารถเข้าใจหรือตีความได้
4. มีความจำเพาะจง กล่าวคือ ในหนึ่งข้อคำถามหรือรายการคำถามใดๆ ควรถามประเด็นเดียวเป็นการเฉพาะ
5. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีควรเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้สะดวก ประหยัด และคุ้มค่า
6. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีควรจะสามารถแยกแยะบุคคลออกเป็นกลุ่มๆ ตามปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัด
7. มีความเหมาะสม เครื่องมือควรจะมีระดับความยากที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ต้องมีคุณสมบัติ 8 ประการที่สำคัญ คือ มีความเที่ยงตรงมีความเชื่อมั่นมีความเป็นปรนัยมีความจำเพาะจง ความยุติธรรมมีประสิทธิภาพมีอำนาจจำแนกและมีความเหมาะสม

#### 4. แบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบความเรียง เป็นแบบทดสอบที่มีคุณค่ามากในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

บุญธรรม กิจปริคาปริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยาย ผู้ตอบมีสิทธิ์จะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีมีคำตอบถูกหลายๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมี ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 67) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบเอง โดยการเขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบไม่คงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย หรือความเรียง แบบตอบสั้นๆ และแบบเติมคำ

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาวๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อ จะวัดได้หลายๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 235) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ หรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

จากความหมายของแบบทดสอบแบบอัตนัย สรุปได้ว่าแบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่ใช้คำถาม ให้ผู้ตอบจะต้องเขียนบรรยายตามความคิดของตน เป็นข้อสอบที่วัดได้หลายด้าน โดยเฉพาะการแก้ปัญหา

ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบแบบอัตนัยสามารถแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะของแบบทดสอบ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

Gronlund (1981 : 34) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ตามลักษณะของความ เป็นอิสระในการตอบ จะแบ่งอย่างกว้างๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Questions) เป็นแบบคำถามที่จำกัดให้ตอบทั้งเนื้อหาและรูปแบบการตอบ ปกติด้านเนื้อหาจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการกำหนดขอบเขตและประเด็นที่ตอบแบบทดสอบแบบความเรียงประเภทนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือสร้างง่ายและใช้กับการวัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ดี แต่ให้อิสระหรืออิสระแก่ผู้สอบน้อย ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความรู้ความสามารถและความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้กว้างขวาง ไม่มีข้อจำกัดโดยทั่วไปผู้สอบมีอิสระที่จะเลือกใช้ทั้งจริงหรือข้อความรู้ใดๆ มาตอบก็ได้ ผู้สอบจะต้องตัดสินใจกำหนดประเด็นในการตอบเอง รวมทั้งจะต้องจัดเรียงเนื้อหาความรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวข้องจัดลำดับความสำคัญผสมผสานแนวความคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน และประเมินความรู้ความคิมนั้น เสนอเป็นคำตอบให้มีความยาวที่เหมาะสมกับคำถามที่ต้องการ

ชาญชัย ชมดิษฐ์ (2548 : 34-35) แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดคำตอบ (extended response) และแบบจำกัดคำตอบ (restricted response) ซึ่งขึ้นอยู่กับกรให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่า เด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดคำตอบ (extended response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ให้อิสระเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอธิบายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลเท็จจริงต่างๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น

- จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี
- จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้

บอกถึงหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น

- จงเปรียบเทียบข้อดี
- ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด

- เพราะเหตุใดเดวิดสันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมาก

- จงทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น

- จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกัน ในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลี และเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่น

- จงเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือ นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดตอบ (restricted response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและเนื้อที่เฉพาะให้นักเรียนไม่มีอิสระเสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วยตัวอย่างเช่นลักษณะภูมิอากาศการปกครองอาชีพของพลเมืองจอร์เจียสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการจงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อส่วนดีของข้อสอบแบบนี้คือ ง่ายในการตรวจ มีความยุติธรรมและมีความเชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบประเภทไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย

หลักในการสร้างข้อสอบแบบอัตนัยหรือข้อสอบความเรียง

สมบูรณ์ ดันยะ (2545 : 24-29) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบทดสอบอัตนัยว่า

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้ตามที่ปรากฏในตารางการวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากที่สุดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน

2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่น จะสอบเฉพาะเนื้อหาที่สรุปบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่นักเรียนร่วมอภิปราย ทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วยและควรแจ้งให้ผู้สอนทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้เตรียมตัวศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง

3. ไม่ควรให้มีกาเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบเสียเปรียบกัน อันเนื่องมาจากข้อสอบมีความยากง่ายไม่เท่ากัน คะแนนที่ได้จึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้เพราะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ไม่เท่ากัน
4. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้นๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอะไรมีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนอย่างไร ควรให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ควรบอกให้ชัดเจนด้วยว่ามีการแบ่งส่วนคะแนนอย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม
5. ถามปัญหาที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้จริง ๆ สามารถตอบปัญหาได้โดยพยายามนำกฎเกณฑ์ หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ไม่ควรเป็นคำถามที่นักเรียนเคยพบหรือเคยทำมาก่อน เพราะจะกลายเป็นการวัดความจำไป
6. พยายามใช้คำถามหลายๆ แบบ มิใช่มีแต่คำถามประเภท ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพแผนภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ดีความ วิเคราะห์เหตุผล วิจาร์ณ และ ประเมินผล เป็นต้น
7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้วคนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่าเป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี
8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลยเพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะได้แก้ไขก่อนนำไปใช้ได้
9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อมูลยุติไม่ได้ควรหลีกเลี่ยง การถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้นๆ
10. พยายามสร้างข้อคำถามหลายๆ ข้อ ให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวของข้อสอบ และความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ
11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย เราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากข้อ โดยกำหนดให้ตอบสั้น ๆ

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อช่วยให้อ่านคำตอบ  
ง่ายขึ้น

จากที่ได้กล่าวจากสิ่งสำคัญที่ควรระมัดระวังในการสร้างแบบทดสอบอัตนัยข้างต้นนั้น  
พอสรุปเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. การใช้คำในตัวข้อสอบควรให้อ่านง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม
2. ควรเขียนข้อสอบที่ต้องการคำตอบสั้น ๆ แต่มีหลายข้อย่อย
3. ให้นักเรียนทำทุกข้อเหมือนกัน ไม่ควรให้มีข้อเลือก

ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย

1. สามารถวัดสมรรถภาพสมองหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้านและ โดยเฉพาะด้าน
2. การสังเคราะห์จะวัดได้ดี
3. ผู้สอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือเจตคติของตน
4. โอกาสในการตอบคาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นเลยแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
5. สั้นเปลืองน้อยอาจใช้วิธีเขียนลงบนกระดาษคำให้นักเรียนตอบพร้อมกัน
6. ฝึกความสามารถในการใช้ภาษาในการเขียนบรรยายได้
7. สร้างได้ง่ายและรวดเร็ว

ข้อเสียของแบบทดสอบอัตนัย

1. ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ จึงทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดในหลักสูตร
2. ตรวจยากและเสียเวลาในการตรวจ
3. คะแนนที่ได้ไม่ค่อยยุติธรรมเพราะขึ้นอยู่กับอารมณ์ คุณธรรม และการตัดสินใจของ

ผู้ตรวจ

4. การตรวจให้คะแนนขาดความเป็นปรนัย เพราะแต่ละคนตรวจแล้วให้คะแนนไม่

ตรงกัน

5. ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบได้ว่า ดีหรือเลวเพียงใด
6. คำถามอาจจะกำกวม เด็กอาจตอบคำถามไม่ได้ เพราะไม่เข้าใจคำถามมากกว่าที่จะ  
ตอบไม่ถูกเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ตอนนั้น

ข้อแนะนำในการใช้แบบทดสอบอัตนัย

1. ใช้ข้อสอบอัตนัยเพื่อจะวัดในสิ่งที่ข้อสอบอัตนัยสามารถวัดได้มากที่สุด ซึ่งได้แก่  
ความสามารถในการบรรยาย การแสดงข้อคิดเห็น การเรียงความ และข้อวิจารณ์ต่างๆ

2. ควรใช้ข้อสอบอัตนัยวัดพฤติกรรมที่ลึกซึ้งกว่าความรู้ความจำในเนื้อหาวิชา เพราะพฤติกรรมดังกล่าวข้อสอบปรนัยวัดได้ดีกว่า สำหรับพฤติกรรมด้านอื่นๆ เช่น ความเข้าใจ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผลนั้น ข้อสอบอัตนัยและปรนัยมีประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ ส่วนข้อสอบอัตนัยจะมีคุณค่าเหนือกว่าในการใช้วัดเกี่ยวกับการที่ให้นักเรียนคิดหาเหตุผล อธิบายความสัมพันธ์ บรรยายข้อมูล กฎเกณฑ์และการสรุปความ ขยายความ

3. เนื่องจากข้อสอบอัตนัยนั้นผู้สอบจำเป็นต้องเขียนตอบ ดังนั้นความสามารถในการเขียนของผู้สอบจึงมีผลต่อผู้สอบเป็นอย่างมาก การจะใช้ข้อสอบประเภทนี้ควรพิจารณาทักษะในการเขียนของผู้สอบด้วย การฝึกให้นักเรียนได้ตอบข้อสอบอัตนัยบ่อย ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการตอบข้อสอบอัตนัยมากขึ้น

4. ไม่ควรใช้ข้อสอบอัตนัยและปรนัยปนกันในฉบับเดียวกัน และให้ทำในเวลาจำกัด เพราะก่อให้เกิดความยุ่งยากในการวางแผนการตอบ อีกประการหนึ่งการนำคะแนนจากข้อสอบทั้งสองชนิดมารวมกันไม่สามารถทำได้ เพราะเป็นการวัดคนละอย่าง

การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย

การประผลของแบบทดสอบอัตนัย เป็นสิ่งที่ยาก เพราะคำตอบที่ได้นั้นไม่ตายตัว เป็นสิ่งที่ออกมาจากกระบวนการคิดของผู้เรียน มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักในการให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 132-138) ได้กล่าวว่า การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยวัดความสามารถของนักเรียนมิได้จบสิ้นลงเพียงนำข้อสอบไปทดสอบนักเรียนเท่านั้น แต่ยังนำเอากระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามวิธีการตรวจที่มีระบบ เพื่อให้คะแนนที่ได้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้หลังจากเราพอใจกับคำถามหรือข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนและแบบทดสอบที่สร้างอย่างดีแล้ว งานขั้นถัดไป คือการตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบของนักเรียน ปัญหาในขั้นนี้คือ จะตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการอย่างไร

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด
2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้

คะแนน

4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็นไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่นักเรียนทุกคนสำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน มี 2 วิธี คือ

4.1 การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method) การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวการตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบ มากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบ

4.2 การตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจดูคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไป แล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้ คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

## แบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือวิจัยที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นเครื่องมือที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ตลอดจนประหยัดแรงงานค่าใช้จ่ายและได้ข้อมูลเป็นจำนวนมากกว่าวิธีอื่น ซึ่งการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวคิดและหลักการของแบบทดสอบ ดังต่อไปนี้

### 1. ความหมายของแบบสอบถาม

วาโร เฟ็งสวัสต์ (2556 : 171) แบบสอบถาม (questionnaire) หมายถึง ชุดของคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น บุคลิกภาพ และความสนใจต่างๆ



ไพศาล วรคำ (2554 : 237) แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้สอบถามความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือใช้สอบถามพฤติกรรมการปฏิบัติ คุณลักษณะและบุคลิกภาพ โดยให้กลุ่มตัวอย่างเขียนตอบหรือเลือกคำตอบที่จัดไว้ให้

พิสนุ พองศรี (2549 : 126) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถามไว้ว่า เป็นชุดคำถาม เช่นเดียวกับแบบทดสอบ แต่จะ ใช้การวัดความรู้สึกความคิดเห็นเรื่องต่างๆซึ่งส่วนใหญ่เป็นด้านจิตใจ

พิตร ทองชั้น (2542 : 221) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถามไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวบุคคลด้านต่างๆ เช่น ความคิดเห็น ความรู้สึก ท่าที เจตคติ ตลอดจนสติปัญญา โดยให้บุคคลตอบในแบบสอบถามซึ่งอาจเป็นข้อความรูปภาพหรือสัญลักษณ์ก็ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 63) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถามไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดของข้อความที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนบุคคล

พิชิต ฤทธิจรูญ (2544 : 2) แบบสอบถาม(Questionnaire) เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในหมู่นักวิจัย ทั้งนี้เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามเป็นวิธีที่สะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง แบบสอบถามส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคำถามเป็นชุดๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีลักษณะและเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงทั้งในอดีต ปัจจุบันและการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามสามารถทำได้ด้วยการสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบด้วยตนเอง สำหรับบทความนี้จะมุ่งเน้นที่การสร้างแบบสอบถามสำหรับให้ผู้ตอบด้วยตนเอง มีการกล่าวถึงโครงสร้างของแบบสอบถาม ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม และข้อเด่นข้อด้อยของการใช้แบบสอบถามที่ให้ผู้ตอบด้วยตนเอง เพื่อให้ นักวิจัยหรือผู้ที่สนใจสามารถสร้างแบบสอบถามที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมาย อันจะนำมาซึ่งผลการวิจัยที่ความถูกต้องและเชื่อถือได้มากที่สุด

อรัญ ชูกระเดื่อง (2557 : 38) แบบสอบถาม (Questionnaire) /แบบวัดคุณลักษณะ (scale) เป็นชุดของข้อความที่ต้องการเร้าให้ผู้ตอบได้สะท้อนข้อมูลที่ต้องการศึกษา โดยส่วน

ใหญ่ มักนิยมใช้วัดสแผนแผนภาพที่เป็นจริง ความคิดเห็น ความรู้สึกหรือทัศนคติ ความเชื่อต่อ  
สิ่งต่างๆที่ต้องการศึกษา

จากความหมายของแบบสอบถาม สรุปได้ว่า แบบสอบถามคือเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อ  
ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับตัวบุคคลด้านต่างๆ โดยมีการสร้างข้อคำถาม  
เพื่อให้ผู้สอบถามเลือกตอบตามประเด็น ตรงตามความเป็นจริง สั้น เข้าใจง่าย กะทัดรัด

## 2. ประเภทของแบบสอบถาม

แบบสอบถามนั้นจำแนกได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก มีเกณฑ์ที่ใช้ใน  
การจำแนกที่สำคัญ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวไว้ ดังนี้

วาโร เฟ็งส์วส์ดี (2556 : 171-172) แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบสอบถามปลายเปิด (open form) เป็นแบบสอบถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้  
แสดงความคิดเห็นและใช้คำพูดของตัวเอง คำถามจะถามกว้างๆและเว้นที่ให้ผู้ตอบได้แสดง  
ความคิดเห็น ซึ่งแบบสอบถามปลายเปิดนี้มีส่วนดีคือเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น  
อย่างเต็มที่ แต่มีข้อเสียคือคำตอบจะกระจัดกระจาย ยากต่อการวิเคราะห์และสรุปผล

2. แบบสอบถามปลายปิด (close form) จะประกอบด้วยข้อคำถามที่กำหนดคำตอบ  
หรือตัวเลือกมาให้ด้วย โดยทั่วไปสอบถามปลายปิดจะอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 แบบคำถาม โดค เป็นรูปแบบที่คำถามและคำตอบของแต่ละข้อแยกออกจากกัน  
อย่างเด็ดขาด

2.2 แบบคำตอบร่วม จะใช้คำตอบชุดเดียวกันสำหรับคำถามหลายๆข้อ โดยแบบ  
สอบถามจะมีคำตอบให้ผู้ตอบพิจารณา พร้อมทั้งมีคำตอบที่แสดงความเข้มของความคิดเห็นใน  
เรื่องนั้น ซึ่งระดับความคิดเห็นจะเป็นเลขคี่ คือ 3,5,7,9 หรือ 11 ระดับก็ได้ แต่ที่นิยมมากที่สุด  
คือ 3 หรือ 5 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย หรือมากที่สุด มากปานกลาง น้อย น้อยที่สุด เป็น  
ต้น แบบสอบถามชนิดนี้เรียกว่า มาตราส่วนประมาณค่า (rating scales)มาตราส่วนประมาณค่า  
(rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งส่วนมากจะใช้วัดพฤติกรรม  
ด้านจิตพิสัย แบ่งออกได้ ดังนี้

2.2.1 มาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข (numerical rating scale) เป็นมาตรา  
ส่วนที่สร้างขึ้นโดยใช้รหัสตัวเลขสำหรับประมาณค่าคุณลักษณะต่างๆ เลขรหัสนี้ใช้แทนคำบรรยาย  
ขยาย เช่น 1 แทน นานๆเกิดครั้ง 2 แทน เกิดเป็นครั้งคราว 3 แทน เกิดบ่อยครั้ง และ 4 แทนเกิด  
เป็นประจำ

2.2.3 มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบกราฟ (graphic rating scale) เป็นการกำหนดคุณลักษณะของพฤติกรรมไว้ที่เส้นนั้นๆ ผู้ประเมินจะเขียนเครื่องหมายไว้บนเส้นที่ตรงกับลักษณะที่จะประเมิน

ไพศาล วรคำ (2554 : 237-243) จำแนกประเภทของแบบสอบถามไว้ ดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นการใช้แบบสอบถามแบบวัดที่ไม่ใช้การฉายออก (non-projective) ที่ใช้วัดคุณลักษณะ (characteristic) และวัดบุคลิกภาพ (personality) ทั่วๆ ไป โดยอาศัยการรายงานตนเอง (self-report) เหมาะสำหรับการใช้วัดเป็นรายบุคคลโดยปกติแล้วแบบสอบถามนี้ใช้ในการวิจัยเชิงบรรยาย

2. จำแนกตามลักษณะของมาตราประมาณค่า มาตราประมาณค่า (Rating Scale) ในการวัดที่นำมาใช้ในการสร้างแบบสอบถามมีหลายลักษณะส่วนใหญ่ตั้งชื่อตามผู้คิดมาตรานั้นขึ้นมา ลักษณะของมาตราประมาณค่าที่นิยมใช้ในแบบสอบถามมีดังนี้

3. จำแนกตามลักษณะการตอบ จำแนกได้ 3 ประเภท คือ

3.1 แบบสอบถามปลายปิด (Close ended form) เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบสามารถเลือกตอบที่กำหนดให้เท่านั้น โดยไม่มีการเลือกคำตอบหรือตัวเลือกอื่นที่อยู่นอกเหนือรายการที่กำหนดให้ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ รูปแบบตัวเลือกแต่ละข้อเป็นอิสระจากกัน และรูปแบบตัวเลือกคงที่ในทุกๆข้อหรือหลายข้อ

3.2 แบบสอบถามปลายเปิด (Open ended form) เป็นแบบสอบถามที่ได้กำหนดคำตอบให้ ผู้ตอบจึงสามารถเขียนตอบหรือแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระด้วยสำนวนของตนเอง การตอบจึงใช้เวลามากกว่าแบบสอบถามปลายปิด เพราะผู้ตอบจะต้องวิเคราะห์อย่างกว้างขวางเพื่อตอบคำถามนั้น

3.3 แบบสอบถามชนิดผสม (Mixed form) หรือแบบสอบถามกึ่งปิด (Semiclose ended form) เป็นแบบสอบถามที่มีรูปแบบผสมกันระหว่างแบบสอบถามปลายปิดและแบบสอบถามปลายเปิด โดยใช้แบบสอบถามปลายปิดเป็นหลักและเสริมด้วยปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบสามารถเพิ่มทางเลือกเองได้ จะทำให้สามารถแก้ไขจุดอ่อนของแบบสอบถามปลายปิดที่มีตัวเลือกไม่ครบถ้วนตรงตามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง และเอื้ออำนวยความสะดวกให้ผู้ตอบสามารถตอบได้ง่าย ไม่เสียเวลา

อรัญ ชูขจรเดื่อง (2557 : 38-40) โดยทั่วไปแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือมีแบบสอบถามปลายปิด (Close-ended Form) และมีคำถามแบบปลายเปิด (Open-ended Form)

1. คำถามแบบปลายปิด (Close-ended Form) เป็นแบบสอบถาม/แบบวัดที่ให้ผู้ตอบเลือกตอบตามตัวเลือกที่กำหนดให้ไว้แล้ว มี 2 ชนิดคือแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale)

2. คำถามแบบปลายเปิด (Open-ended Form) เป็นแบบสอบถาม/แบบวัดที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบอย่างอิสระตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในข้อคำถาม

หลักการในการสร้างแบบสอบถาม/แบบวัดคุณลักษณะ

1. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย การถามนอกเหนือจากวัตถุประสงค์จะเป็นการรบกวนผู้ตอบแบบสอบถามมากเกินไป และจะทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการวิจัยอีกด้วย

2. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ตอบ

3. ใช้ข้อความที่สั้นกะทัดรัด ได้ใจความ

4. แต่ละข้อคำถามควรมีน้ำหนักเพียงประเด็นเดียว กล่าวคือไม่ใช่ประธานหรือกรรมมากกว่าหนึ่ง

5. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อน

6. ไม่ควรใช้คำย่อ

7. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่เป็นนามธรรมเกินไป

8. ไม่ชี้นำการตอบให้เป็นไปในแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

9. หลีกเลี่ยงคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจที่จะตอบ

10. คำตอบที่ให้เลือกตอบนั้นจะต้องชัดเจนและครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้

11. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่สื่อความหมายได้หลายอย่าง

### 3. การสร้างแบบสอบถาม

วาโร เฟ็งสวัสดี (2556 : 173) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. จะต้องพิจารณาจากหัวข้อปัญหาและวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบว่าการข้อมูลชนิดใดและอะไรบ้าง

2. พิจารณารูปแบบว่าจะใช้แบบใด

3. ร่างแบบสอบถามโดยเขียนข้อความให้สอดคล้องกับหัวข้อปัญหา และวัตถุประสงค์

4. ตรวจสอบแบบสอบถามฉบับร่างเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสามารถทำได้โดยตรวจสอบเองหรือให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆตรวจสอบ

5. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (try out) โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา
  6. ทำการปรับปรุงแบบสอบถาม
  7. สร้างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์
- ไพศาล วรคำ (2554 : 244 - 245) ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้
1. ระบุตัวแปรและกลุ่มประชากรที่จะศึกษา
  2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ต้องการวัด
  3. ระบุวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งต้องพิจารณาถึงธรรมชาติของตัวแปรที่ศึกษาธรรมชาติของกลุ่มประชากรเป้าหมาย และทรัพยากรที่มีอยู่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
  4. เลือกรูปแบบของแบบสอบถามที่ต้องการ
  5. ร่างคำถามที่ต้องการถาม โดยการวางโครงสร้างของแบบสอบถามคร่าวๆ ให้ครอบคลุมตามประเด็นที่ต้องการถาม เขียนข้อคำถามและเรียงลำดับคำถามก่อนหลังให้เหมาะสม
  6. เสนอผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ด้านจิตวิทยา ด้านการวัดและประเมินผลหรือด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) เพื่อความมั่นใจในข้อคำถามว่าสามารถวัดตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้ เว้นแต่ผู้วิจัยจะมีความเชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมืออยู่แล้ว

#### 4. เกณฑ์ในการประเมินแบบสอบถาม

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถาม ได้มีนักวิชาการหลายท่านมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามไว้ดังนี้

Likert (1970 : 275) ได้กำหนดเกณฑ์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

Best (1997 : 181-182) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

1.00 - 1.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

- 1.51 - 2.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย
- 2.51 - 3.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
- 3.51 - 4.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก
- 4.51 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 100) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้ ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

- 4.51 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด
- 3.51 - 4.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก
- 2.51 - 3.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.51 - 2.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย
- 1.00 - 1.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

วิเชียร เกตุสิงห์ (2538 : 9) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้ ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

- 2.34 - 3.00 หมายถึง อยู่ในระดับสูง
- 1.67 - 2.33 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.00 - 1.66 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับต่ำ

ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์ (2539 : 15) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้ ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

- 4.21 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด
- 3.41 - 4.20 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก
- 2.61 - 3.40 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.81 - 2.60 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย
- 1.00 - 1.80 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

บุญส่ง นิลแก้ว (2541 : 146) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้ ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

- 2.50 - 3.00 หมายถึง อยู่ในระดับมาก
- 1.50 - 2.49 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.00 - 1.49 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

สรุปได้ว่า เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถาม ผู้วิจัย ได้ใช้เกณฑ์ในการให้คะแนน

แบบสอบถามของ Likert (1970 : 275) โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

และได้ใช้เกณฑ์การให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อของ บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 100)

โดยได้ให้ความหมาย โดยการให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านและรายข้อดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

### การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

คุณภาพของเครื่องมือเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง เมื่อสร้างแบบวัดแล้วจึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด เพื่อให้ทราบว่าแบบวัดนั้นมีคุณภาพเพียงใด เครื่องมือไม่มีคุณภาพการวัดนั้นจะไม่น่าเชื่อถือ สิ่งที่มีความสำคัญของแบบวัดคือ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเชื่อมั่น ซึ่งแบบวัดหรือเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

#### 1. ค่าความยาก (Difficulty)

ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 198) ได้กล่าวถึงความยากของข้อสอบว่า หมายถึง อัตราส่วน หรือร้อยละระหว่างคนตอบถูกต้องกับจำนวนคนทั้งหมด

ไพศาล วรคำ (2554 : 292) ได้กล่าวถึงความยากของข้อสอบว่า หมายถึง คุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบและข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ ถูกต้อง ความยากที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

สรุปได้ว่า ความยากของแบบวัด หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบแบบวัดข้อนั้น ได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ค่าความยากที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

การวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรของวิทนีย์ และซาเบอส์ (ไพศาล วรคำ.2554 : 292-293) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{S_H - S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P แทน ความยาก

$S_H$  แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

$S_L$  แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

## 2. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ความหมายของอำนาจจำแนก (Discrimination) มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

อนูวัติ คุณแก้ว(2549 :154) ได้กล่าวว่า อำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบในการจำแนกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

สมนึก ภัททิยธนี (2551:195) ได้ให้ความหมายของอำนาจจำแนกว่า หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกันหรือกล่าวได้ว่า คนเก่ง(ได้คะแนนรวมมาก) ตอบข้อนั้นถูกส่วนคนไม่เก่ง(ได้คะแนนรวมน้อย)ตอบข้อนั้นไม่ถูก

ไพศาล วรคำ (2554 : 294) ได้ให้ความหมายของอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของเครื่องมือหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ตามปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ เช่น แยกคนที่มีความสามารถสูงกับความสามารถต่ำออกจากกันได้

สรุปได้ว่า อำนาจจำแนก หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดที่ใช้ในการจำแนกผู้ตอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสามารถสูงและกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ

การหาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรของสูตรวิทนีย์ และซาเบอส์ (ไพศาล วรคำ.2554 : 262-263) โดยใช้สูตรดังนี้



$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนก
	$S_H$	แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{\min}$	แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

เกณฑ์ในการแปลความหมายของอำนาจจำแนก (ไพศาล วรคำ : 269)

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.00 – 0.09 หมายถึง ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.10 – 0.19 หมายถึง ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.39 หมายถึง พอใช้

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.40 – 0.59 หมายถึง ดี

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.60 – 1.00 หมายถึง ดีมาก

### 3. ค่าความเที่ยงตรง

ความหมายความเที่ยงตรง (Validity) มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ศิริชัย กาญจนาวาสี (2548 : 99) ได้นิยามความตรงไว้ว่า หมายถึง คุณสมบัติด้านการวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่มุ่งวัด สามารถประมาณค่าได้จากสัดส่วนความแปรปรวนของคะแนนจริงที่ตรงประเด็นกับคุณลักษณะที่มุ่งวัด

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 258) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงไว้ว่าเป็นการวัดที่ตรงตามวัตถุประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด วัดได้ครอบคลุม ครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัดและวัดได้ถูกต้องตรงความจริง

สมนึก ภัทธิษณี (2553 : 67) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่าหมายถึงคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงเปรียบเสมือนว่าเป็นหัวใจของการทดสอบ

ไพศาล วรคำ (2554 : 260) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่าหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้อง เหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือ เกณฑ์หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด

สรุป ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบวัดที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่ง

หมายความเที่ยงตรง หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ครอบคลุมตามเนื้อหาที่ต้องการวัด

ไพศาล วรคำ (2554 : 260-272) ได้แบ่งความเที่ยงตรงของเครื่องมือ คือ การให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เป็นการนำข้อคำถามหรือข้อความแต่ละข้อ ในแบบวัด ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อคำถามแต่ละข้อวัดเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ หรือมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา มีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อคำถามหรือข้อความแต่ละข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ไม่น้อยกว่า 3 คน พิจารณาว่าแบบวัดแต่ละข้อวัดเนื้อหาหรือสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ หรือมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่
2. นำผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาสรุป โดยแจกแจงความถี่ในแต่ละข้อคำถามว่ามีผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่ต้องการวัดกี่คน ไม่ตรงกี่คน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตรดังนี้ (อ้างอิงมาจากไพศาล วรคำ, 2554 : 262-263)

สอดคล้อง            จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ            จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง        จะมีคะแนนเป็น -1

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N แทน เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถาม ถ้ามีจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ต้องเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.60 ขึ้นไป หากมีค่าต่ำกว่า 0.60 ก็ถือว่าใช้ไม่ได้ กรณีมีผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องคือตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป

#### 4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ความหมายการหาความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้กล่าวไว้ ดังนี้

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552 : 139) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง การที่เครื่องมือวัด ได้ผลคงที่แน่นอน เมื่อมีการวัดซ้ำอีก นั่นคือจะใช้เครื่องมือชิ้นนั้นๆ วัดสิ่งเดิมกี่ครั้งก็ได้ผล เหมือนเดิมหรือใกล้เคียงของเดิม

สมนึก ภัทธิษณี (2551 : 69) ได้กล่าว ความเชื่อมั่นหมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม

ไพศาล วรรคำ (2554 : 272) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการ วัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายๆครั้ง ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

สรุปความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดที่สามารถวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้คงที่แน่นอน ดังนั้น ในการหาค่าของความเชื่อมั่นนั้นเราสามารถหาได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับชนิดของเครื่องมือแตกต่างกันไป

การหาความเชื่อมั่นแบบทดสอบอัตนัยและแบบสอบถามสามารถหาได้จากสูตร โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรร คำ. 2554 : 272) โดยใช้สูตร

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ $\alpha$	แทน	เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$k$	แทน	เป็นจำนวนข้อสอบ
$S_i^2$	แทน	เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ $i$
$S_t^2$	แทน	เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ $t$

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552 : 144) ได้กล่าวถึงเกณฑ์แปลผลความเชื่อมั่นไว้ดังนี้

0.00 – 0.20	ความเชื่อมั่นต่ำมาก / ไม่มีเลย
0.21 – 0.40	ความเชื่อมั่นต่ำ
0.41 – 0.70	ความเชื่อมั่นปานกลาง
0.70 – 1.00	ความเชื่อมั่นสูง

สรุปเกณฑ์ในการแปลงผลค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจะอยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 ยิ่งใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเชื่อมั่นสูง

## การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

อิศริภุญช์ รินไธสง (2548 :15 ) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างขวัญและกำลังใจในการทำงานกับประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นต้น ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ซึ่งสถิติสำหรับการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีหลายชนิด ซึ่งการเลือกใช้แบบใดนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหลายประการ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว (Bivariate Correlation) บางครั้งเราเรียกว่าตัวแปรอิสระว่า ตัวแปรทำนาย (Predictor variable) และเรียกตัวแปรอีกตัวว่าตัวแปร เกณฑ์ (Criterion variable) ซึ่งโดยปกติจะเป็นตัวแปรตาม อย่างไรก็ตามการที่จะทราบว่าตัวแปรทำนายตัวแปรใดเป็นตัวแปร เกณฑ์ ขึ้นอยู่กับงานวิจัยนั้นๆ ในการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ถ้าหากทั้งสองตัวแปรมีการวัดอันดับ (Interval scale) หรืออัตราส่วน (Ration scale) จะเรียกว่าการวิเคราะห์โดยใช้พารามเมตริก (Parametric procedure) แต่ถ้ามีการวัดมาตรานามบัญญัติ (Nominal scale) หรือมาตราเรียงอันดับ (Ordinal scale) จะเรียกว่า การวิเคราะห์แบบไม่ใช้พารามเมตริก (Nonparametric procedure) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน หรือบางครั้งเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยใช้สัญลักษณ์  $r$  ข้อมูลหรือระดับการวัดของตัวแปรแต่มาตราอันดับ ถึง มาตราอัตราส่วน โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมักจะใช้สัญลักษณ์ของตัวแปรเป็นตัวแปร  $X$  และ  $Y$  โดยค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน ( $r$ ) จะมีคุณสมบัติดังนี้

1. ถ้า  $r$  เป็นการวัดความสัมพันธ์เชิงเส้น
2. ถ้า  $r$  จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
3. ถ้า  $r$  จะมีลักษณะเหมือนความชันของเส้นการถดถอย
4. ถ้า  $r$  จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อตัวแปรอิสระ ( $X$ ) และตัวแปรตาม ( $Y$ ) เปลี่ยนไปแบบเดียวกัน
5. ถ้า  $r$  จะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าค่าสเกล (scale) ของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไป (ค่าของตัวแปร  $X$  หรือ  $Y$ )

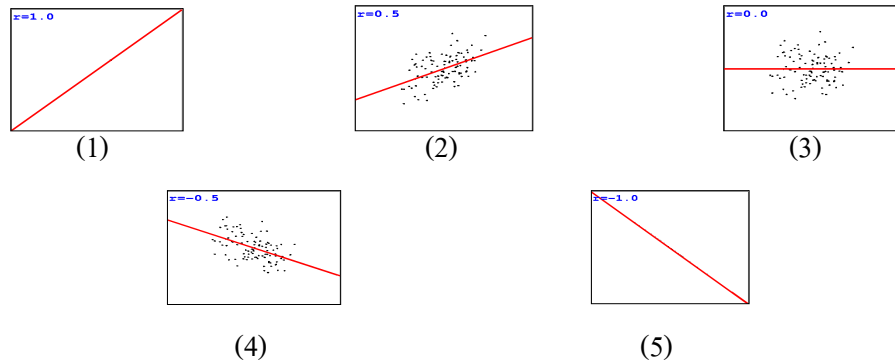
6. ถ้า  $r$  มีการแจกแจงแบบเดียวกับที (Student t distribution)

ทิศทางของความสัมพันธ์ (Direction of the Relationship) ในการหาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นเราสามารถสร้างแผนภาพกระจาย (Scatterplot) เพื่อดูทิศทางของความสัมพันธ์ได้ โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ 3 แบบ คือ

1. สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) หมายความว่าเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย

2. สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations) หมายถึงเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ

3. สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึงตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน



**แผนภาพที่ 6** ลักษณะของกราฟที่ค่า  $r = 1, 0.5, 0, -0.5$  และ  $-1$  ตามลำดับลักษณะของสมมติฐานที่ทดสอบ (Hypothesis testing)

ในการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งเราจะใช้ตัวอักษรภาษากรีก คือ  $\rho$  (rho) แทน  $r$  ซึ่งเขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$$H_0 : \rho = 0 \quad (\text{ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน})$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \quad (\text{ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กัน})$$

ตัวอย่าง สมมติฐานการวิจัย “เจตคติต่อวิชาการวิจัยทางการศึกษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา”

- ความวิตกกังวลมีความสัมพันธ์กับความเครียดในการทำงาน

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

- ขวัญและกำลังใจในการทำงานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการปฏิบัติงาน

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho > 0$$

- ความเครียดในการทำงานมีความสัมพันธ์ทางลบกับความพึงพอใจในการทำงาน

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho < 0$$

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Computing the Pearsour) ในการคำนวณค่า  $r$  สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$\text{โดย } SS_{(x)} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SS_{(y)} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$SS_{(xy)} = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$$

เมื่อคำนวณค่า  $r$  แล้วผู้วิจัยอาจต้องทราบว่าค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่สามารถทำได้โดยนำค่า  $r$  ไปคำนวณเป็นค่าสถิติ  $t$  (t-test)

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

โดยมีค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ  $n-2$  ซึ่งค่า  $t$  ที่คำนวณได้นำไปเทียบกับค่าวิกฤตของที่ได้จากตารางวิกฤตหรือสามารถเทียบได้กับตารางค่าวิกฤตของค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันได้โดยตรงโดยใช้ค่า  $df = n-2$  โดยถ้าค่า  $r$  ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตแสดงว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าที่ไปเทียบนี้ไม่ต้องคิดเครื่องหมาย)

เกณฑ์การแปลความหมายของระดับความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) มีอยู่ 3 ระดับ โดยผู้วิจัยได้กำหนด ค่าการแปลความหมาย ดังนี้ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2551: 325)

ค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) ( $0 \leq r \leq 0.39$ ) หรือ ( $-0.39 \leq r \leq 0$ ) คือ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปรอยู่ในระดับต่ำ

ค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) ( $0.40 \leq r \leq 0.69$ ) หรือ ( $-0.69 \leq r \leq -0.40$ ) คือ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปรอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) ( $0.7 \leq r \leq 1.00$ ) หรือ ( $-1.00 \leq r \leq -0.7$ ) คือ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปรอยู่ในระดับสูง

โดยถ้าค่า  $r$  มีค่าเป็นบวก (+) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน แต่ถ้าค่า  $r$  มีค่าเป็นลบ (-) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม

### การวิเคราะห์ไคสแควร์ (The $\chi^2$ -Test)

ไคสแควร์ สถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างที่มีเพียงกลุ่มหรือสองกลุ่ม จะใช้ทดสอบด้วยค่า Z-test หรือ T-test ข้อมูลที่นำมาทดสอบนั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่อยู่ในระดับการวัด (Measurement Scale) ระดับอันดับภาคชั้น (Interver Scale) หรือระดับอัตราส่วน (Ratio Scale) เท่านั้น ในงานวิจัยบางเรื่องข้อมูลอาจอยู่ในรูปของค่าที่เป็นอิสระต่อกัน (Discrete Data) เป็นข้อมูลที่อยู่ในระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) หรือ ข้อมูลเรียงลำดับ (Ordinal Scale) การทดสอบข้อมูลในลักษณะนี้ จะเป็นการทดสอบว่า ข้อมูลที่ได้เป็นไปตามคาดหวัง (Expected) ไว้หรือไม่ หรืออาจจะทดสอบว่าตัวแปร (Variable) มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถทดสอบได้ด้วย Z-test หรือ T-test ซึ่งเป็นสถิติแบบพารามิตรีค (Parametric Statistics) แต่จะสามารถทดสอบได้ด้วย  $\chi^2$  ซึ่งเป็นสถิติแบบนอนพารามิตรีค (Nonparametric Statistics) โดยเป็นสถิติที่ไม่คำนึงถึงลักษณะการแจกแจงของประชากร โดยมีสูตรดังนี้ (สุทธิวรณ พิรศักดิ์โสภณ. 2545:98 )

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}; df = (r-1)(c-1)$$

$$\text{เมื่อ } E_{ij} = \frac{R_i \times C_j}{n}$$

กำหนดให้  $r$  แทนจำนวนแถว (Row)

$c$  แทนจำนวนคอลัมน์ (Column)

$O_{ij}$  แทนความถี่ของค่าสังเกตในแถวที่  $i$  คอลัมน์ที่  $j$

$E_{ij}$  แทนค่าความถี่คาดหวังในแถวที่  $i$  คอลัมน์ที่  $j$

$R_i$  แทนผลรวมความถี่ทั้งหมดในแถวที่  $i$

$C_j$  แทนผลรวมความถี่ทั้งหมดในคอลัมน์ที่  $j$

$n$  แทนจำนวนความถี่ทั้งหมด

และการทดสอบ  $\chi^2$  โดย เมื่อเกิดเหตุการณ์มีจำนวนเซลล์ที่มีความถี่คาดหวังที่น้อยกว่า 5 มีเกิน 20 % ของ จำนวนเซลล์ทั้งหมดควรทำการต่อไปนี้

1. พิจารณาแถวหรือคอลัมน์ที่อยู่ใกล้กันหรือมีความหมายใกล้เคียงกัน ที่มีค่าคาดหวังน้อย

2. รวมเซลล์ที่ได้จากข้อ 1 เพื่อให้มีความถี่เพิ่มมากขึ้น

3. หาผลรวมในแนว Row และหาผลรวมในแนว Column

4. พิจารณา  $O_{ij}$  และ  $E_{ij}$  ใหม่ที่เกิดจากการรวมแถวหรือคอลัมน์

5. หาค่า จากสูตรที่กล่าวมา

6. การทดสอบนัยสำคัญ เพื่อหาค่าวิกฤตของ  $\chi^2$  ที่  $df = (r-1)(c-1)$  ณ ระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้เปรียบเทียบกับค่า  $\chi^2$  ที่คำนวณได้

7. แปรผลถ้าค่า  $\chi^2$  ที่คำนวณได้  $\chi^2$  มากกว่า ที่เปิดจากตาราง หรือค่า P-value น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญสรุปว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือใช้สถิติทดสอบฟิชเชอร์ (Fisher's Exact Test) หรือ Yates' corrected Chi-Square, McNemar's Test, Odds ratio ได้ แต่ถ้า  $n > 50$  สามารถใช้สูตรเดิมได้

## บริบทของโรงเรียน

ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคม ตำบลหนองโพธิ์ อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม จัดตั้งเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 ปัจจุบันโรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคม เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก จัดการศึกษาตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 356 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 177 คน นักเรียนหญิงจำนวน 179 คน มีห้องเรียนจำนวน 12 ห้องเรียน มีครู บุคลากร จำนวน 32 คน โรงเรียนจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพ ห้องเรียนเป็นแบบคละความสามารถของนักเรียน มีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน รวมกันในหนึ่งห้อง

ภูมิหลังกลุ่มเป้าหมาย การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งหมด 2 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 45 คน ซึ่งมีนักเรียนชายจำนวน 16 คน นักเรียนหญิงจำนวน 29 คน ซึ่งภายในห้องเรียนไม่มีปัญาพิเศษ ไม่มีการ



แสดงผลงานของนักเรียน และ โรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคมอยู่ใกล้ อำเภอนาเชือกมากห่างกันเพียง 8 กิโลเมตรเท่านั้น จึงทำให้มีนักเรียนบางส่วนเข้าไปเรียนในตัวอำเภอ นักเรียนที่เข้ามาเรียนส่วนมากจึงเป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในกลุ่มปานกลาง สภาพชุมชนส่วนใหญ่มีอาชีพทำไร่นา (ไร่อ้อย/ไร่มันสำปะหลัง) และหลังจากการทำนา ผู้ปกครองของส่วนใหญ่จะเข้าไปทำงานหารายได้เพิ่มที่ต่างจังหวัด เพื่อหาเลี้ยงครอบครัว ทำให้ไม่มีเวลาอยู่ดูแลครอบครัวอย่างเต็มที่ นักเรียนส่วนมากอาศัยอยู่กับ ตายาย และญาติ ทำให้การเอาใจใส่จากพ่อและแม่ในครอบครัวลดน้อยลง เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมทางครอบครัว สิ่งแวดล้อม และสังคม ซึ่งอาจเป็นเหตุผลทำให้นักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนที่แตกต่างกัน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

#### 1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปาริชาติ เทียงทุกซ์ (2554 : 78 - 84) การใช้การตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการตั้งปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนแม่เจดีย์วิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงราย จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การตั้งปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วย แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญห ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดำเนินการสอน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ขั้นมอบหมายงาน และขั้นประเมินผล การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา 4 ขั้นตอน คือขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล แล้วนักเรียนตั้งปัญหาและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้การค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีพรรณนาวิเคราะห์ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูตั้งและจากแบบทดสอบ มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือนักเรียนมีความสามารถในการแก้

ปัญหา ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ชั้นวางแผนแก้ปัญหา และชั้นดำเนินการตามแผน อยู่ในระดับดี แต่ในชั้นตรวจสอบผล อยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาจากปัญหาที่นักเรียนตั้ง ทุกขั้นตอนการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี

มณีรัตน์ พันธูตา (2556 : 95 - 96) การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ POLYA การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จำนวน 46 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รูปแบบการวิจัยเป็นการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียวมีการวัดผลหลังเรียน (One Shot Case Study) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 แผน เวลา 16 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย แสดงวิธีทำจำนวน 5 ข้อ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 36.37 คิดเป็นร้อยละ 72.74 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 33 คน คิดเป็นร้อยละ 71.74 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 22.20 คิดเป็นร้อยละ 73.99 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 76.09 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ลิขิต สุเมธานุสรณ์ (2556 : 97 - 102) การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์สมการ โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่ง

กลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยากับเกณฑ์ที่กำหนด และศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดท่าหัวแหวน (ประจำจังหวัดพะเยา) อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 28 คน ที่ได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ และแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย, ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test One Sample Test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) พฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาอยู่ในระดับมาก

มัทนา พรหมรักษ์ (2557 : 56-70) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้น กระบวนการกำกับทางปัญญาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนห้วยหวัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 108 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 54 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 54 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความ

สามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนว่าถ้าจัดการการเรียนการสอนที่ดีก็จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดีไปด้วย

## 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือในสาขาวิชาอื่น

ปราจรี ประสมศักดิ์ (2553 : 124-125) การประยุกต์ฟัซซีลอจิกสำหรับการควบคุมวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการประยุกต์ฟัซซีลอจิกสำหรับการควบคุมวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน ที่ใช้การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังสามเฟส สมดุล โดยมีการควบคุมการฉีดกระแสชดเชยของวงจรกรองกำลังแอกทีฟด้วยตัวควบคุมแบบฟัซซีลอจิกเนื่องจากการออกแบบตัวควบคุมดังกล่าวไม่จำเป็นต้องพึ่งพาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แม่นยำการออกแบบฟังก์ชันแสดงสมาชิกภาพของตัวควบคุมแบบฟัซซีลอจิก ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ คือวิธีการค้นหาแบบตาบู่เชิงปรับตัว (ATS) การทดสอบ สมรรถนะการควบคุมกระแสชดเชยด้วยตัวควบคุมแบบฟัซซีลอจิกดังกล่าว มีการเปรียบเทียบกับตัวควบคุมแบบฮิสเตอร์ซิส โดยพึ่งพาการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผลการจำลองสถานการณ์พบว่าการใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซีลอจิกในการควบคุมการฉีดกระแสชดเชยส่งผลให้ปริมาณกระแสฮาร์มอนิกในระบบเหลือน้อยที่สุดอีกทั้งเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE Std. 519-1992 ด้วยเช่นกันนอกจากนี้ในงานวิจัยได้มีการควบคุมแรงดันบัสไฟตรงของวงจรกรอง กำลังแอกทีฟโดยใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซีลอจิกเช่นเดียวกัน และการออกแบบฟังก์ชันแสดงสมาชิก แผนแผนภาพที่เหมาะสมที่สุดของตัวควบคุมนี้ยังคงใช้วิธีการค้นหาแบบตาบู่เชิงปรับตัวเช่นเดียวกับการควบคุมการฉีดกระแสชดเชย ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ของตัวควบคุมดังกล่าวพบว่า สามารถควบคุมแรงดันบัสไฟตรงได้ตามที่ต้องการ

พบพร กระแสชัย (2553: 85-87) ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซีเพื่อการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ เอกสารฉบับนี้ได้มุ่งนำเสนอเกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซีที่นำมาใช้ประ

โยชน์ในงานการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญและความหมายของฟัซซีลอจิก การนำฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ จนได้เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซี รวมไปถึงได้ศึกษาผลของการนำระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซีไปใช้ในการวินิจฉัยโรค โดยผลการศึกษพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซีสามารถใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ได้ดี มีส่วนสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางในการรักษาโรคนั้นต่อไป

ยุทธพงศ์ ทัพผคง (2554: 93-95 ) การประยุกต์ระบบฟัซซีเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการกำหนดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยระบบฟัซซีซึ่งปัจจุบันกล้องถ่ายภาพความร้อนได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในด้านตรวจสอบระบบไฟฟ้าอย่างกว้างขวางและก็เป็นที่ยอมรับว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบพบสิ่งผิดปกติก่อนที่จะเกิดปัญหาขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการกำหนดหลักเกณฑ์และลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าหลังการตรวจสอบระบบไฟฟ้าด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนนั้นจะอ้างอิงถึงอุณหภูมิของอุปกรณ์ในตำแหน่งที่เกิดปัญหากับค่าอุณหภูมิของอุปกรณ์ประเภทเดียวกันที่ใช้งานปกติเป็นหลัก ซึ่งการใช้หลักเกณฑ์ดังกล่าวไม่สามารถบ่งชี้ถึงระดับความสำคัญหรือความจำเป็นในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่พบปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการกำหนดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้าหลังจากตรวจพบสิ่งผิดปกติด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน โดยได้นำปัจจัยอื่นๆมาพิจารณา อาทิเช่น ปริมาณภาระทางไฟฟ้าที่ตรวจพบปัจจุบันและความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดปัญหา มาประกอบการพิจารณาแทนที่จะนำค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งผิดปกติกับอุณหภูมิอ้างอิงมาพิจารณาเพียงปัจจัยเดียว โดยปัจจัยดังกล่าวได้ถูกนำไปประมวลผลด้วยระบบฟัซซี ซึ่งกฎของฟัซซีได้สร้างถูกสร้างขึ้นจากผู้มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับตรวจสอบระบบไฟฟ้าด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน โดยตรงและเอาที่พูดของระบบฟัซซีนั่นจะเป็นการกำหนดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนจากการประมวลผลของระบบฟัซซี จากผลทดสอบได้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ระบบฟัซซีเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนสามารถชี้ระดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์และลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าหลังจากตรวจสอบระบบไฟฟ้าด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนแบบดั้งเดิม ซึ่งถ้าผู้ตรวจ

สอบระบบไฟฟ้ามีแบ่งลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการปฏิบัติการการบำรุงรักษาและลดระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างอัตโนมัติ

### 1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มณฑนา พรหมรักษ์(2014:56-70) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยพบว่าเกรดวิชาคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั่นคือการที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น แสดงว่านักเรียนมีเกรดวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีด้วย ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนมีเกรดวิชาคณิตศาสตร์ที่ดี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะดีไปด้วย

พิมพ์พร ฟองหล้า(2554: 40-41) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป พบว่าบรรยากาศในชั้นเรียนมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนจะช่วยส่งเสริมและสร้างเสริมผู้เรียนในด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ และสังคมได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสุข รักการเรียน และเป็นคนใฝ่เรียนใฝ่รู้ในที่สุด

รุจิรัตน์ พรหมรักษ์ (2553: 98) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1 พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือ เจตคติเป็นอชฌาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อม หรือ สิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของ หรือความคิด เจตคติอาจเป็นบวก หรือลบ ถ้าบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยง เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้ และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล และพบว่า เพศไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สาคร พิมพทา (2552: 151-158) การพัฒนาโมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 พบว่าพฤติกรรมการสอนของครูเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากครูเป็นผู้วางแผนทั้งเนื้อหาและวิธีการ ช่วยชี้แนะแนวทางการแสวงหาความรู้ที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน จัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย ความถนัดและความสนใจ อธิบายเนื้อหาที่ซับซ้อนให้นักเรียนเข้าใจและถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้ซึ่งต้องใช้เทคนิควิธีสอนที่หลากหลาย สรรหาวิธีการสอนที่ดีที่สุดเหมาะสมกับองค์ประกอบหลายประการของสแผนแผนภาพที่เป็นอยู่ด้วยการนำเทคนิคต่างๆ มากระตุ้นและเร้าความสนใจ

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Marolla (1998 : 127) ได้ทำการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงเกรด 7 ที่เรียนในชั้นเรียนหญิงล้วน จำนวน 14 คนและเรียนในชั้นเรียนแบบผสม จำนวน 17 คน โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบปลายเปิด และแบบทดสอบในการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทั้งสองไม่แตกต่างกัน (ไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่าง) กลุ่มทั้งสองได้รับการสอนที่คล้ายคลึงกันในระยะเวลา 7 เดือน ซึ่งประกอบด้วย การสอนแบบแก้ปัญหาซึ่งปฏิบัติเป็นประจำในแต่ละสัปดาห์ (POW) โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาขั้นต่อขั้น และมีการใช้รูปแบบคำถามสำหรับการฝึกแก้ปัญหา (OEM) จำนวน 25 ข้อ จากการทดสอบค่าความแตกต่างหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติ t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มทั้งสองไม่แตกต่างกัน (ไม่มีนัยสำคัญของความแตกต่าง)

Michaels,A.J.and others (2000 : 841-849) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ ระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา เพศ ความเชื่อมั่นและรูปแบบของการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 109 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 แบบด้วยกัน คือ แบบวัดกระบวนการแก้ปัญหา แบบวัดความเชื่อมั่น และแบบวัดรูปแบบของการให้เหตุผล(พิจารณาจากความสามารถ ความพยายามและความช่วยเหลือจากผู้อื่น) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชายชอบแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนหญิงมีรูป

แบบของการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จดีกว่านักเรียนชาย ไม่มีความแตกต่างระหว่างในด้านความเชื่อมั่นทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า วิธีสอนแบบอริยสัจ 4 เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ซึ่งวิธีสอนนี้เป็นวิธีที่ฝึกกระบวนการคิด แก้ปัญหาของผู้เรียนดังนั้นการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีระบบ ระเบียบขั้นตอนในการคิด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน

Griesser (2001 : 56-60) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ซึ่งใช้วิธีทัศน์ประกอบการสอนของ Jasper Woodbery ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นโดยกลุ่มความรู้และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัย Vanderblit เพื่อเปรียบเทียบรวมกับกระบวนการสอนแบบดั้งเดิมวิธีการศึกษาวิจัยเป็นการทดลองวิธีสอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบก่อนและหลังเรียนเหมือนกันผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียนสูงกว่าอีกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางตรงกันข้ามพบว่าไม่พบนัยสำคัญของความแตกต่างในการกำหนดโจทย์ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงโจทย์ปัญหาเป็นบทความของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแตกต่างกัน

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ

Michael (2011 : 27) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์โดยใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละคนมีวิธีการแก้ปัญหาก็แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแรงจูงใจส่วนตัว ความเชื่อ และอารมณ์ ของแต่ละคน โดยการแก้ปัญหามาโดยตรงหรือยังมีความคลุมเครือ ในมุมมองของครูผู้สอนยังมีความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับระดับความสำเร็จของนักเรียนในขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหามาของนักเรียนแต่ละคน ด้วยเหตุผลทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำหลักการของตรรกศาสตร์คลุมเครือในการที่จะอธิบายกระบวนการแก้ปัญหามาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับอาสาสมัคร 35 คน เป็นนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการประยุกต์ ของประเทศกรีซ โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบอัตโนมัติจำนวน 10 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง จากการใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิต



ศาสตร์ พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 15 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับกลาง นักศึกษาจำนวน 12 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และนักศึกษาจำนวน 8 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก

Michael (2012 : 25) งานวิจัยนี้ได้ศึกษารูปแบบคลุมเครือสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากในชีวิตประจำวันของเรา ซึ่งแต่ละคนมีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแรงจูงใจส่วนตัว ความเชื่อ และอารมณ์ ของแต่ละคน โดยที่บางคนมีวิธีการแก้ปัญหาโดยตรงหรือบางคนยังมีความคลุมเครือในการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทำให้เข้าใจและทราบพฤติกรรมที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ส่วนในมุมมองของครูผู้สอนยังมีความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับระดับความสำเร็จของนักเรียนในขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน ด้วยเหตุทั้งหมดนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำหลักการของตรรกศาสตร์คลุมเครือและทฤษฎีความไม่แน่นอนมาใช้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหา ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยโดยการเปรียบเทียบรูปแบบการแก้ปัญหาในการทดลอง 2 รูปแบบ คือ รูปแบบคลุมเครือ และรูปแบบสุ่ม ซึ่งมีความสอดคล้องกับขั้นตอนหลักของกระบวนการแก้ปัญหากับเซตคลุมเครือ และชุดภาษา ในพัฒนาการแก้ปัญหาและวัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการประยุกต์ ของประเทศกรีซ จำนวน 35 คน โดยให้ทำแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง จากการใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 15 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักศึกษาจำนวน 12 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และนักศึกษาจำนวน 8 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสมบูรณ์

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือในวิชาคณิตศาสตร์

Michael (2013 : 43) ตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นพื้นฐานของทฤษฎีความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ที่เสนอโดย Zadeh ในปี 1965 ที่มีข้อกำหนดความหมายของตรรกะมาตรฐาน การใช้งานที่ถูกสร้างขึ้นหรือการนำมาปรับใช้กับตรรกศาสตร์คลุมเครือที่หลากหลาย และให้โอกาสสำหรับการสร้างแบบจำลองภายใต้เงื่อนไขที่ยังไม่ชัดเจน ในบทความนี้จะมีการพัฒนารูปแบบของฟัซซี(fuzzy) เพื่อใช้สำหรับประเมินความรู้และทักษะของกลุ่มนักเรียน รูปแบบ

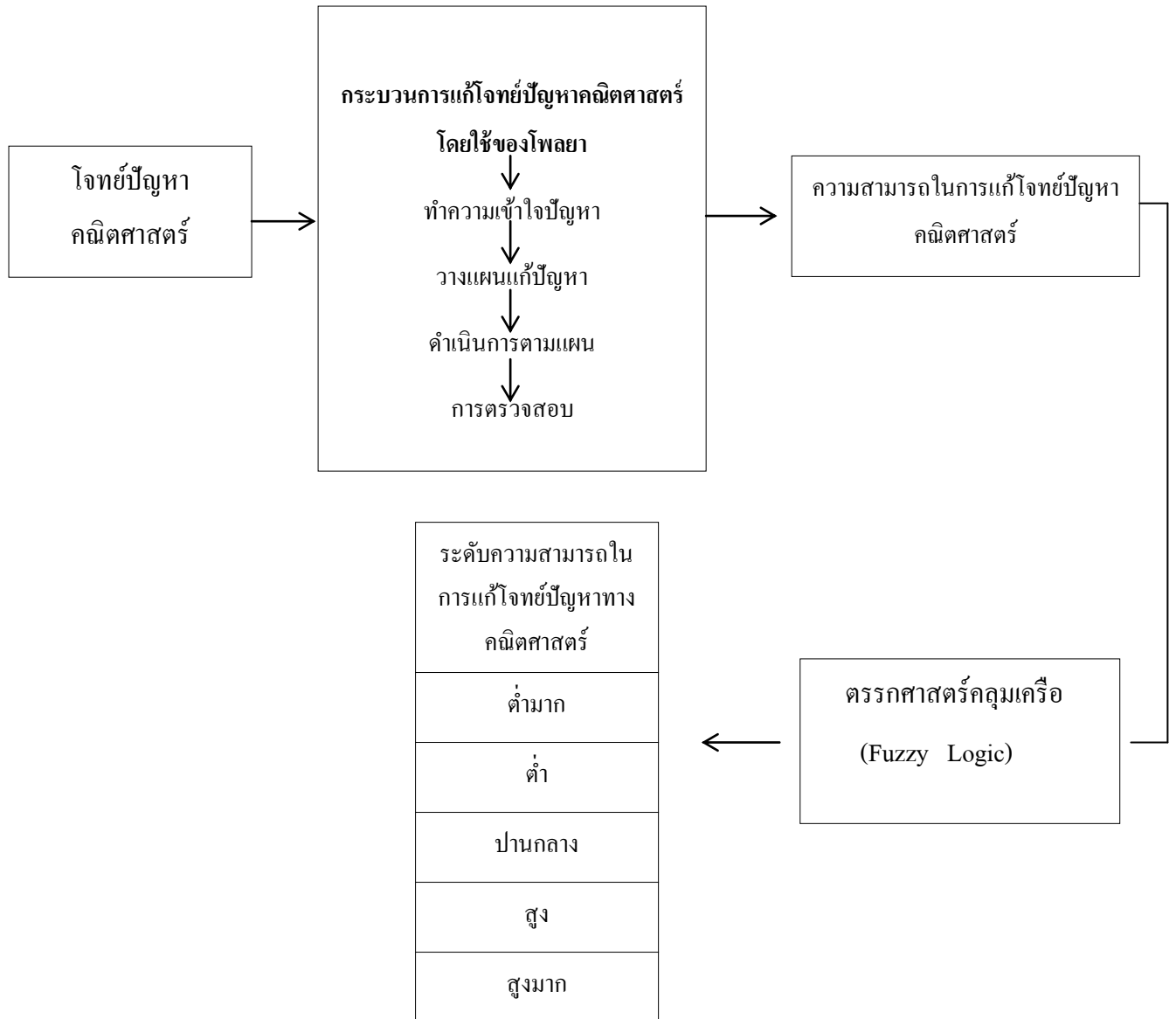
ของการประเมินลักษณะของนักเรียน (ความรู้ในเรื่อง เนื้อหาสาระ ทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อเปรียบเทียบ) เป็นการแสดงตัวแปรของ ฟัซซีสับเซต ในพัฒนาการของประสิทธิภาพของกลุ่มนักเรียนและความเป็นไปได้ของข้อมูลนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ ในลักษณะของการศึกษาจะมีความละเอียดมากทั้งเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพของที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มนักเรียน ซึ่งได้จากวิธีการหาจุดศูนย์กลางและกลุ่มของความไม่แน่นอนที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะเป็นการใช้วิธีการของดีฟัซซิฟิเคชัน(Defuzzification) ในการเปลี่ยนค่าเอาต์พุตของฟัซซีที่ตัวเลขมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ขึ้นอยู่กับวิธีการหาจุดศูนย์กลางที่มีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของกราฟการเป็นฟังก์ชันสมาชิกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพของนักเรียน เทคนิคของการประเมินความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียนและตัวอย่างที่จะแสดงให้เห็นถึงผลงานของเราในทางปฏิบัติจริง

Michael (2015: 53 ) ได้ศึกษาการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน บนพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม โดยใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสมรรถนะของแต่ละคน การเรียนรู้ยังมีความคลุมเครือ ซึ่งในมุมมองของครูผู้สอนยังมีความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับระดับการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละคน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบ TFAM ซึ่งเป็นการพัฒนาในลักษณะรูปแบบของรูปสามเหลี่ยม สามารถประยุกต์ใช้กับการประเมินในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง จำนวนจริง โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม และเทคนิคการหาจุดถ่วงน้ำหนัก เพื่อเป็นวิธีการนำไปใช้ในการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน สามารถบอกระดับผลการเรียนของนักเรียนได้ และนำหลักการของตรรกศาสตร์คลุมเครือ ในการอธิบายกระบวนการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนจำนวน 30 คน โรงเรียนเทคโนโลยี ของประเทศกรีซ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบอัตนัย มีจำนวน 10 ข้อ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม 6 ชั้น ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งนักเรียนทั้งหมด 30 คน จากการทดสอบนักเรียน 2 ครั้ง ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมทั้ง 6 ชั้น ซึ่งทดสอบครั้งที่ 1 ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นของบลูมมีค่าเฉลี่ย 20.73 20.87 20.17 18.07 19.00 และ 20.87 ตามลำดับ และทดสอบครั้งที่ 2 ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นของบลูมมีค่าเฉลี่ย 22.73 22.50 20.17 18.34 19.00 และ 21.10 ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ หากผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงจะทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ และพบว่ามีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเนื่องจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งมีอยู่น้อย โดยเฉพาะในประเทศไทย ที่ยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องนี้ จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำวิจัยในเรื่องการศึกษาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทำการศึกษามีปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

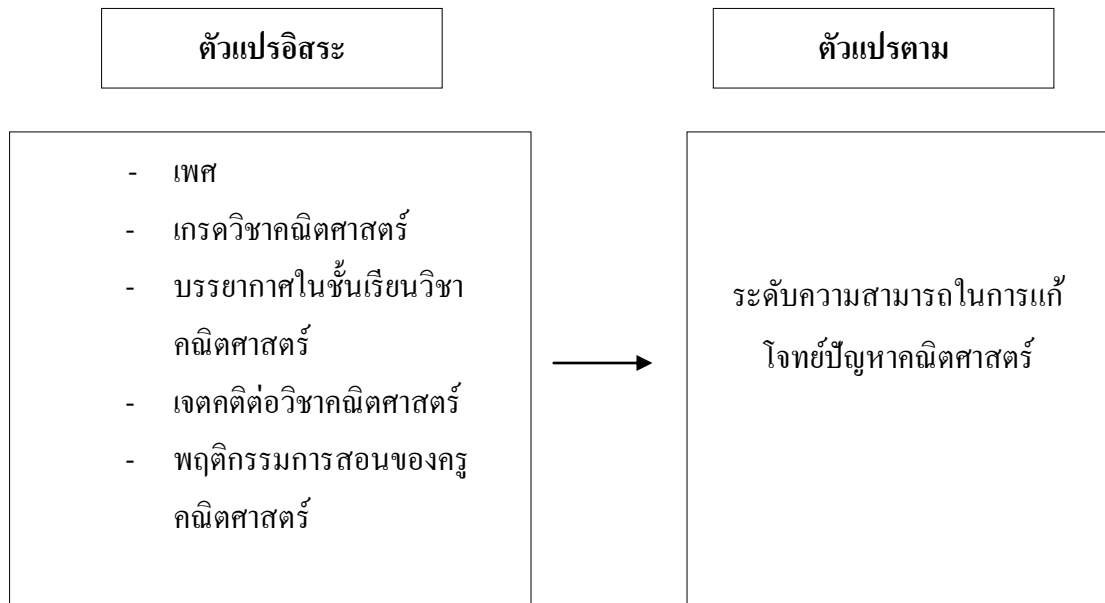
### กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



แผนภาพที่ 7 การศึกษาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



**แผนภาพที่ 8** การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2