**บทที่ 2**

**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. แนวคิดและหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge)

3. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Factors related to mathematical knowledge)

4. หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

5. แบบทดสอบ (Test)   
 6. แบบสอบถาม (Questionnaire)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีความรู้ที่เป็นสากลสามารถสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีเพื่อการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและมีศักยภาพในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ รวมไปถึงมีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขและมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1 - 5)

**1. ทำไมเรียนคณิตศาสตร์**

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

**2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพโดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงการดำเนินการของจำนวนอัตราส่วนร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาวระยะทางน้ำหนักพื้นที่ปริมาตรและความจุเงินและเวลาหน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต :รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิตทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

พีชคณิต :แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชันเซตและการดำเนินการของเซตการให้เหตุผลนิพจน์สมการ ระบบสมการอสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็นการเขียนข้อคำถามการกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูลค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็นความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายการให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตซึ่งสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์กำหนดไว้มี 5 สาระดังนี้

สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้ จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด (Measurement)

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่ง ที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 : เรขาคณิต (Geometry)

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต (Algebra)

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และ ฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ คาดการณ์ได้สมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการ ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills and Processes)

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

**3. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558**

เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย เนื้อหาทศนิยมและเศษส่วน การประมาณค่า คู่อันดับและกราฟ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม

2) การบวกและการลบทศนิยม

3) การคูณและการหารทศนิยม

4) เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน

5) การบวกและการลบเศษส่วน

6) การคูณและการหารเศษส่วน

7) ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน

8) โอกาสของเหตุการณ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2การประมาณค่า ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) ค่าประมาณ

2) การปัดเศษ

3) การประมาณค่า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3คู่อันดับและกราฟ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ

2) กราฟและการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) แบบรูปและความสัมพันธ์

2) คำตอบของสมการ

3) การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังต่อไปนี้

1) ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ

2) หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

3) ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของเรขาคณิตสามมิติ

4) รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

สรุปได้ว่า เนื้อหาที่ใช้ในการครั้งนี้วิจัยเป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย เนื้อหาทศนิยมและเศษส่วน การประมาณค่า คู่อันดับและกราฟ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

**4. คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้ที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบ

ต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. ผู้เรียนสามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรงอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมเส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. ผู้เรียนสามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. ผู้เรียนสามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. ผู้เรียน เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ผู้เรียนใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้ที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ซึ่งจะทำให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถทำความเข้าใจ มีความคิดรวบยอด สามารถสร้างและอธิบาย วิเคราะห์และอธิบาย กำหนดประเด็นข้อคำถาม และรู้วิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายของแต่ละเนื้อหา สามารถเข้าใจค่ากลางของข้อมูลและวิธีการของการทดลองสุ่มในเนื้อหาที่เป็นสถิติ

**5. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน**

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 เวลา 9 ชั่วโมง/สัปดาห์/ภาคการเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 กล่าวไว้ดังนี้

ศึกษา ฝึกทักษะ และ หลักการของเศษส่วนและทศนิยม การเขียนเศษส่วนด้วยทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำ เป็นเศษส่วนการเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน และทศนิยม โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม การประมาณค่า การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ การแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การ ประมาณค่า คู่อันดับและกราฟ คู่อันดับ กราฟ การนำไปใช้ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบรูปและความสัมพันธ์ คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน โจทย์สมการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ภาพของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เกิดจากการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) หรือด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติ การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

โดยใช้ทักษะกระบวนการหรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ / กระบวนการ ในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะและมีความเชื่อมั่นในตนเองเพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่าง มีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ม. 1/1

ค 1.2 ม. 1/2, ม.1/3

ค 1.3 ม. 1/1

ค 3.1 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3, ม. 1/4, ม. 1/5, ม. 1/6

ค 4.1 ม. 1/1

ค 4.2 ม. 1/1 , ม. 1/2, ม. 1/3, ม.1/4

รวม 15 ตัวชี้วัด

สรุปได้ว่า คำอธิบายรายวิชา เป็นขอบข่ายเนื้อหาที่ทำการสอนรายวิชา ค 21102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วยชื่อ รหัสวิชา ชื่อรายวิชา จำนวนชั่วโมงต่อปี จำนวนหน่วยกิต ชั้น ภาคเรียนที่ และรหัสตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานในหลักสูตร

**6. วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้**

วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด จำนวนชั่วโมง และน้ำหนักคะแนน ภาคเรียนที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551

| หน่วยการเรียนรู้ | มาตรฐานและตัวชี้วัด | เนื้อหา | จำนวนชั่วโมง/  ภาคเรียน | คะแนน | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| กลางภาค | ปลายภาค |
| 1 | ค ๑.๑ ม ๑/๑ ค ๑.๒ ม.๑/๒  ค ๑.๒ ม.๑/๓ | ทศนิยมและเศษส่วน  - ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม  - การบวกและการลบทศนิยม  - การคูณและการหารทศนิยม  - เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน  - การบวกและการลบเศษส่วน  - การคูณและการหารเศษส่วน  - ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน  - โอกาสของเหตุการณ์ | 40 | 11 | 3 |
| 2 | ค ๑.๓ ม.๑/๑ | การประมาณค่า  - ค่าประมาณ  - การปัดเศษ  - การประมาณค่า | 5 | 5 | 2 |
| 3 | ค ๔.๒ ม.๑/๔  ค ๔.๒ ม.๑/๕ | อันดับและกราฟ  - คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ  - กราฟและการนำไปใช้ | 5 | 4 | 5 |
| 4 | ค ๔.๑ ม.๑ /๑  ค ๔.๒ ม.๑/๑  ค ๔.๒ ม.๑/๒  ค ๔.๒ ม.๑/๓ | สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  - แบบรูปและความสัมพันธ์  - คำตอบของสมการ  - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว | 5 | - | 13 |
| 5 | ค ๓.๑ ม.๑/๑  ค ๓.๑ ม.๑/๒  ค ๓.๑ ม.๑/๓  ค ๓.๑ ม.๑/๔  ค ๓.๑ ม.๑/๕ | ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ  - ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ  - หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ  - ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของ เรขาคณิตสามมิติ   - รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ | 5 | - | 7 |
| รวม | | | 60 | 20 | 30 |

**ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge)**

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่มีความสำคัญ และมีคุณค่าต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างมาก นักเรียนจะใช้ความรู้นี้มาเป็นพื้นฐานในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

**1. ความหมายของความรู้**

ความรู้มีบทบาทสำคัญต่อผู้เรียน จึงมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Meredith (1961 : 10) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง ความเข้าใจ (Understand) และการคงคู่อยู่ (Retaining) เนื่องจากความรู้เป็นสิ่งที่เราสามารถจำได้ในบางสิ่งอย่างที่เราเข้าใจแล้ว  
 Good (1973 : 325) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์และรายละเอียดต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับและเก็บรวบรวมไว้  
 Bloom (1975 : 27) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง สิ่งที่เกี่ยวกับการระลึกถึงสิ่งเฉพาะเรื่อง หรือเรื่องทั่ว ๆ ไป ระลึกถึงวิธีการ กระบวนการ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเน้นความจำ  
 Davenport and Prusak (1998 : 5) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง ส่วนผสมของกรอบประสบการณ์คุณค่าสารสนเทศที่เป็นสภาพแวดล้อมและกรอบการทำงานสำหรับการประเมินและรวมกันของประสบการณ์และสารสนเทศใหม่  
 Nonaka (1998 : 26 - 27) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ จากการเรียนรู้ของบุคคลที่ได้ปะทะกับสิ่งแวดล้อม ผู้ที่มีสติปัญญาและมีการเรียนรู้อยู่เสมอ จะสร้างความรู้ได้ดี การทำให้ความรู้จากบุคคลหนึ่งสู่บุคคลหนึ่ง และสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กันและกันได้ ก็จะทำให้เกิดคุณค่าต่อประชาคม

Little, Quintes and Ray (2002 : 42) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง ความรู้เป็นพลวัตร (Dynamic) ซึ่งเกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างบุคคล หรือบุคคลกับองค์การ หรือองค์การกับองค์การ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ฝังลึกในคน และความรู้เปิดเผย ในรูปแบบต่าง ๆ ภายใต้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและเพียงพอกับการพัฒนาองค์การทั้งในมิติของการสร้างความรู้ การแลกเปลี่ยนความรู้และการนำความรู้ไปใช้

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 96) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง บรรดาข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดของเรื่องราว การกระทำอันเป็นประสบการณ์ของบุคคล ซึ่งสะสมและสืบถอดต่อกันไป   
 วิชัย วงษ์ใหญ่ (2530 : 130) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง พฤติกรรมเบื้องต้นที่ผู้เรียนสามารถจำได้หรือระลึกได้โดยการมองเห็น ได้ยิน ความรู้ขั้นนี้คือ ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ คำจำกัดความ เมื่อบุคคลได้รับความรู้มาแล้ว ก็จะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านความรู้ สติปัญญาตามลำดับขั้นตอน ดังนี้คือ เริ่มจากผู้เรียนได้รับความรู้หรือประสบการณ์ขึ้นมาใหม่ แล้วผู้เรียนก็จะรู้จักใช้การสังเกต ใช้ความคิดในประสบการณ์ หรือความรู้ใหม่ที่ได้รับเพิ่มเติมมานั้น สรุปความรู้และประสบการณ์ใหม่นั้นให้เป็นความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากนั้นผู้เรียนก็จะทดสอบความรู้ ความเข้าใจของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่ามีความรู้ ความเข้าใจถูกต้องกับผู้สอนหรือผู้ให้ความรู้ ก็จะคงความเข้าใจนั้นไว้ในสมอง และสามารถนำไปใช้ได้เมื่อมีความจำเป็น แต่ถ้าตรวจสอบความรู้แล้วพบว่า ยังไม่ถูกต้องก็จะกลับไปเริ่มต้นในขั้นต่าง ๆ ของการเรียนรู้ที่ยังไม่เข้าใจต่อไป  
 พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542 : 54) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง สิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้าหรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติและทักษะ ความเข้าใจหรือสารสนเทศที่ได้รับมาจากประสบการณ์ สิ่งที่ได้รับมาจากการได้ยิน ได้ฟัง การคิดหรือการปฏิบัติ องค์วิชาในแต่ละสาขา

ชวาล แพรัตกุล (2543 : 11) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึง บรรดาข้อเท็จจริงและรายละเอียด ของเรื่องราวการกระทำใด ๆ ที่มนุษย์ได้สะสมและถ่ายทอดต่อ ๆ กันมาในอดีตและสามารถรับทราบสิ่งเหล่านั้นได้  
 น้ำทิพย์ วิภาวิน (2546 : 86) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึงผลที่ได้จากการเรียนรู้เกิดจากความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ เป็นความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ความรู้ที่แต่ละบุคคลมี คือ ความรู้รอบตัวความรู้ในแต่ละสาขาวิชาชีพ ความรู้ที่องค์การสร้างขึ้นหรือต้องการใช้ในการพัฒนาองค์การให้ดียิ่งขึ้น คือ ความรู้ใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีวัฒนธรรมองค์การที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของคนให้เพิ่มพูนอยู่เสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสงหาความรู้โดยการอ่านและการคิด

วิจารณ์ พานิช (2548 : 5 - 6) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้ หมายถึงความรู้มีหลายนัยและหลายมิติคือ   
 - ความรู้ คือ สิ่งที่นำไปใช้จะไม่หมดหรือสึกหรอแต่จะยิ่งงอกเงยหรืองอกงามขึ้น  
 - ความรู้ คือ สารสนเทศที่นำไปสู่การปฏิบัติ  
 - ความรู้เกิดขึ้น ณ จุดที่ต้องการใช้ความรู้นั้น  
 - ความรู้เป็นสิ่งที่ขึ้นกับบริบทและกระตุ้นให้เกิดขึ้นโดยความต้องการ  
 สรุปได้ว่า ความรู้ หมายถึง ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้สั่งสมมาจากการอ่าน ได้ยิน มองเห็น และเกิดเป็นความเข้าใจของตนเอง หรือเป็นผลที่ได้จากการเรียนรู้เกิดจากความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ เป็นความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ความรู้จะประกอบด้วย ความรู้รอบตัว ความรู้ในแต่ละสาขาวิชาชีพ และความรู้ที่องค์การสร้างขึ้นหรือต้องการเมื่อต้องการที่จะใช้ความรู้เหล่านั้นก็จะสามารถดึงความรู้ออกมาใช้ได้เลย และเมื่อพบเจอกับประการณ์ใหม่ ๆ ก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าที่มีอยู่เดิมมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี

**2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Piaget (1971 : 208) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้ทางกายภาพ ( Physical Knowledge ) เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งของรูปธรรมที่ปรากฏอยู่รอบตัว เช่น ความรู้เกี่ยวกับสีและรูปร่างของสิ่งของ ความรู้ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคม ( Social - Conventional Knowledge ) เป็นความรู้ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของมนุษย์ในสังคม เช่น ความรู้เกี่ยวกับภาษา หรือความรู้ที่ต้องใช้มือขวาในการจับมือผู้อื่น และความรู้ที่เป็นเหตุเป็นผลทางคณิตศาสตร์ (Logic - Mathematical Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างสิ่งต่าง ๆ

Reys et al. (2004 : 22) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Rittle Joheson, B. and Albali, M. W. (1999 : 175) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทั่วไป ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ทั้งที่ชัดเจนและไม่ชัดเจน และความรู้เชิงการดำเนินการ คือ การปฏิบัติเป็นขั้นตอน เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

น้อมศรี เคท (2545 : 24) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่ประกอบไปด้วยความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับหลักการ ความสัมพันธ์และแบบรูป และความรู้ด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับการจดจำสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 3 - 5) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้สึกเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความรู้ประเภทนี้มีความสำคัญมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาแต่มักไม่ได้ถูกเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณพื้นที่โดยใช้สูตร การหารยาว การหารากที่สองของจำนวน ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นสิ่งที่สอนกันมากในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ จนบางครั้งกลายเป็นความรู้เกี่ยวกับการทำงานเป็นลำดับขั้นแบบซ้ำ ๆ หรือเป็นการทำงานที่ผู้ทำไม่เข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำ เช่น การหารากที่สองของจำนวนที่กำหนดให้ โดยไม่ทราบว่าถ้าหากนำจำนวนที่หาได้นั้นมายกกำลังสอง จะได้จำนวนที่กำหนดให้ ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ ในทำนองเดียวกันผู้เรียนอาจหาผลลัพธ์ของ 358 – 169 ได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหา “ก้อยมีเงิน 358 บาท ก้องมีเงินน้อยกว่าก้อย 169 บาท ก้องมีเงินเท่าไร” ได้ เนื่องจากไม่เข้าใจปัญหาดีพอจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการไปใช้ได้ ทำให้ไม่แน่ใจว่าจะต้องเลือกใช้การดำเนินการใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 111 – 113) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างกระตือรือร้น (Active Thinking) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อม ๆ กับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้มีความสอดคล้องกัน มักได้มาจากการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงประสานความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ประติดประต่อให้ประมวลเข้าไว้ด้วยกัน และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทางวิธีการเกิดจากการกระทำต่าง ๆ ที่เป็นลำลับขั้นตอน ซึ่งบางครั้งมักจะเกี่ยวข้องกับกฎ วิธี ลำดับ ขั้นตอนหรือวิธีการคำนวณ สามารถกระทำได้ด้วยการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ซึ่งวิธีการคิดคำนวณดังกล่าวอาจได้มาจากการท่องจำหรือความเข้าใจ เช่น การคำนวณหาผลลัพธ์ 15 + 29 บางคนอาจคำนวณได้โดยตั้งบวกธรรมดาตามขั้นตอนวิธีการบวก บางคนอาจคิดในใจโดยรวม 15 กับ 30 เข้าด้วยกันเป็น 45 ก่อนแล้วจึงหัก 1 ออก จะได้คำตอบ 44 เช่นกัน จะเห็นได้ว่าวิธีการคิดคำนวณดังกล่าวนั้นเป็นทักษะทางวิชาการ ซึ่งแนวคิดวิธีหลังนี้ผู้เรียนสามารถคิดในใจอย่างมีความหมาย

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558 : 45 - 49) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างกระตือรือร้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อมกับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้มีความสอดคล้องกันมักได้มาจากการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงประสานความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ประติดประต่อให้ประมวลเข้าไว้ด้วยกัน ความรู้ประเภทนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา และขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทางวิธีการเกิดจากกระบวนการกระทำต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งบางครั้งมักจะเกี่ยวข้องกับกฎ วิธี ลำดับ ขั้นตอนหรือวิธีการคำนวณ สามารถกระทำได้ด้วยการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ซึ่งวิธีการคำนวณดังกล่าวอาจได้มาจากการท่องจำหรือความเข้าใจ ความรู้ทั้งสองประเภทมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน อีกทั้งมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นครูควรจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งสองประเภทโดยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

สรุปได้ว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และโครงสร้างของคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้สึกเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์และขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์คือ ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎทฤษฎี กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

**3. ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีบทบาทและความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้มีการศึกษาความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

อัมพร ม้าคะนอง (2553 : 1) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่คู่กับชีวิตมนุษย์ตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงก่อนเข้านอน มนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์ทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ทั้งโดยรู้ตัวและไม่รู้ตัว เช่น เรื่องของการกำหนดเวลาในการทำงานหลาย ๆ งานในแต่ละวันก็เป็นเรื่องของการวัดเวลา เรื่องของการใช้จ่ายก็เป็นเรื่องของการประมาณค่า ซึ่งต่างก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้ความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) หรือแม้กระทั่งการเดินทางที่มนุษย์พยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือการหาเส้นทางที่ไปธุระหลาย ๆ แห่ง แล้วใช้เวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หรือไม่ต้องย้อนมาย้อนไป ตัวอย่างเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีประโยชน์อย่างมากต่อชีวิตมนุษย์

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558 : 45 - 46) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูควรทำความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นของความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพราะความรู้ทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งครูควรให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับทักษะทางวิธีการที่สัมพันธ์กันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เกิดความรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในวิธีการ สามารถสร้างการเชื่อมโยงความรู้กับวิธีการจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และเกิดประโยชน์สูงสุด

สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากในการใช้ชีวิตของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการ กิน เดิน นอน เช่นเดียวกัน การเดินทางก็ต้องมีการประมาณระยะทางและระยะเวลาในการถึงจุดหมาย ซึ่งมนุษย์อาจไม่รู้ตัวว่าได้นำเอาคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูควรให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับทักษะทางวิธีการที่สัมพันธ์กันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เกิดความรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในวิธีการ สามารถสร้างการเชื่อมโยงความรู้กับวิธีการจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และเกิดประโยชน์สูงสุด

**4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน**

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะใช้ความรู้ด้านนี้มาเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

Bolzano, B. (1976 : 2) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ สิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้า หรือประสบการณ์รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติและทักษะความเข้าใจหรือสารสนเทศที่ได้รับมาจากประสบการณ์ องค์วิชาในคณิตศาสตร์

Hartry Field (1984 : 1) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ [ความเข้าใจ](http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%83%E0%B8%88)ในพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะรวมไปถึงความรู้ในเนื้อหาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับคณิตศาสตร์

Philip Kitcher. (1985 : 1) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ สารสนเทศที่ผ่านกระบวนการคิดเปรียบเทียบ เชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและนำไปใช้ประโยชน์ในการสรุป และตัดสินใจแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยไม่จำกัดช่วงเวลา

[Diezmann](http://www.tandfonline.com/author/Diezmann%2C+Carmel+M)a, C. M. and  [Lowrie](http://www.tandfonline.com/author/Lowrie%2C+Tom+J)b T. J. (2009 : 132) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย

1. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่จำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้นี้ในการทำความเข้าใจเรื่องที่เรียนหรือเรื่องที่สนใจ เช่นความรู้เกี่ยวกับตัวเลข ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยความรู้นี้จะมีความสำคัญอย่างมากต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Gullie, Kathy A. (2011:135) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ความรู้ที่ประกอบด้วยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบไปด้วย ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเฉพาะความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะมีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์

**5. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์**

ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่สำคัญมาต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จึงได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Fennema and Franke (1992 : 162) ได้กล่าวถึงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์(Knowledge of Mathematics) ไว้ว่า เป็นความรู้ที่ประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) และความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) ตลอดจนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งรวมถึงความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ภายใต้ขั้นตอนความสัมพันธ์กันของมโนทัศน์ และขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกใช้ในแต่ละประเภทของการแก้ปัญหา

Ball et al. (2008 : 400 - 403) ได้กล่าวถึงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความรู้ในเนื้อหาร่วม (Common Content Knowledge : CCK) เป็นความรู้ที่ผนวกกับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น ความรู้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา หรือการเรียงลำดับของจำนวนในรูปแบบต่าง ๆ หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเกิดมากถ้านักเรียนได้รับความรู้ที่ผิด

2. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Knowledgeat the Mathematical Horizon) เป็นขอบข่ายความรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันแบบเชื่อมโยงตามลำดับ

3. ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ (Specialized Content Knowledge : SCK) เป็นความรู้ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการสอนเฉพาะในบางเรื่อง เช่น ความเข้าใจถึงการกลับเศษและส่วนเมื่อหารเศษส่วน ความสามารถในการใช้ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง หรือความสามารถในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ปิยวดี วงษ์ใหญ่ (2551 : 80) ได้กล่าวถึงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียน ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ อย่างลึกซึ่งเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนแนวคิดที่อยู่ในแบบ ต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 214 - 216) ได้กล่าวถึงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งครูจะต้องรู้ว่างานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องรู้ใน 2 ประเด็นได้แก่

1. ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งครูจะต้องรู้ว่างานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องรู้ว่าโจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด

2. ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของนักเรียน เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ความรู้ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานด้วยตนเอง เช่น นักเรียนรู้จุดอ่อนจุดแข็งของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความรู้ในระดับใด เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่เหมาะสมในการเรียนรู้ของตนเอง

สรุปได้ว่า ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ในเรื่องที่เรียน โดยนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ อย่างลึกซึ่ง ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประมาณค่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง คู่อันดับและกราฟ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

**6. ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกจำแนกออกมาเป็นระดับเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาโดยใช้หลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ มาช่วยในการจำแนก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อศึกษาและการดำรงชีวิตประจำวันในสังคมโลกจริง จึงได้มีวิชาการได้ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Quinn, James B. (2535 : 46) ได้ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ถูกจำแนกตามบริบทของความรู้นั้น ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

ความรู้เชิงทฤษฏี (Know-What) เป็นความรู้เชิงข้อเท็จจริง รู้อะไร เป็นอะไร จะพบในผู้ที่สำเร็จการศึกษามาใหม่ๆ ที่มีความรู้โดยเฉพาะความรู้ที่จำมาได้จากความรู้ชัดแจ้งซึ่งได้จากการได้เรียนมาก แต่เวลาทำงาน ก็จะไม่มั่นใจ มักจะปรึกษารุ่นพี่ก่อน

ความรู้เชิงทฤษฏีและเชิงบริบท (Know-How) เป็นความรู้เชื่อมโยงกับโลกของความเป็นจริง ภายใต้สภาพความเป็นจริงที่ซับซ้อนสามารถนำเอาความรู้ชัดแจ้งที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามบริบทของตนเองได้ มักพบในคนที่ทำงานไปหลายๆปี จนเกิดความรู้ฝังลึกที่เป็นทักษะหรือประสบการณ์มากขึ้น

ความรู้ในระดับที่อธิบายเหตุผล (Know-Why) เป็นความรู้เชิงเหตุผลระหว่างเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ผลของประสบการณ์แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และนำประสบการณ์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น เป็นผู้ทำงานมาระยะหนึ่งแล้วเกิดความรู้ฝังลึก สามารถอดความรู้ฝังลึกของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นหรือถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้พร้อมทั้งรับเอาความรู้จากผู้อื่นไปปรับใช้ในบริบทของตนเองได้

ความรู้ในระดับคุณค่า ความเชื่อ (Care-Why) เป็นความรู้ในลักษณะของความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ที่ขับดันมาจากภายในตนเองจะเป็นผู้ที่สามารถสกัด ประมวล วิเคราะห์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ กับความรู้ที่ตนเองได้รับมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ เช่น สร้างตัวแบบหรือทฤษฏีใหม่หรือนวัตกรรม ขึ้นมาใช้ในการทำงานได้

Hideo Yamazaki (2548 : 224) ได้ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นระดับสารสนเทศที่ผ่านกระบวนการคิดเปรียบเทียบ เชื่อมโยงกับความรู้อื่นจนเกิดเป็นความเข้าใจและนำไปใช้ประโยชน์ในการสรุป และตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆโดยไม่จำกัดช่วงเวลา

วิเชียร เกตุสิงห์ (2520 :10) ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นระดับของความจำ ความเข้าใจ ความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์ทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน มาใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์

ศุภกนิตย์ พลไพรินทร์ (2540 : 24) ได้ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นระดับความจำ ความสามารถในความคิด เข้าใจกับข้อเท็จจริงที่ได้รับการศึกษา และประสบการณ์เดิม โดยผ่านการทดสอบคุณภาพแล้ว จะแยกคนที่มีความรู้กับไม่มีความรู้ออกจากกันได้ระดับหนึ่ง

สรุปได้ว่า ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกจำแนกออกมาเป็นระดับของความรู้ความเข้าใจ และความสามารถในความคิด ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ มาช่วยในการจำแนก ทั้งนี้เพื่อต้องการแยกคนที่มีความรู้กับไม่มีความรู้ออกจากกัน

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หลักในการจำแนกระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือมาจากแนวคิดของ Michael Gr. Voskoglou (2013 : 5) ซึ่งได้จำแนกความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ โดยมีหลักการและทฤษฎี ดังนี้



เมื่อ  แทน จำนวนคะแนน

แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับ ต่ำมาก

แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับ ต่ำ

 แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับ ปานกลาง

 แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับ สูง

 แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับ สูงมาก

**ตารางที่** 2 เกณฑ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์และช่วงคะแนนของ ความรู้ทางคณิตศาสตร์

| **ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์** | **ช่วงคะแนนของความรู้ทางคณิตศาสตร์** |
| --- | --- |
| สูงมาก | 97 – 120 |
| สูง | 73 – 96 |
| ปานกลาง | 49 - 72 |
| ต่ำ | 25 - 48 |
| ต่ำมาก | 0 - 24 |

Michael Gr. Voskoglou (2013 : 12 - 13) ได้ให้ความหมายของระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจำแนกระดับความรู้โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ทั้ง 5 ระดับ ดังนี้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ 1 หมายถึง ต่ำมาก นักเรียนระดับนี้จะรู้เฉพาะความรู้พื้นฐานในเนื้อหานั้น ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปสัมพันธ์กับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ 2 หมายถึง ต่ำ นักเรียนระดับนี้มีความเข้าใจในเนื้อหาสำคัญของแต่ละเรื่อง สามารถแก้ปัญหาอย่างง่ายได้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ 3 หมายถึง ปานกลาง นักเรียนระดับนี้มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระสำคัญ สามารถแก้ปัญหาโดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล โดยอาศัยหลักความจริงมาประกอบข้อมูล และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยาก ๆ ในเนื้อหานั้นได้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ 4 หมายถึง สูง นักเรียนระดับนี้มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระสำคัญอย่างสมบูรณ์ สามารถสร้างความคิดรวบยอดเรื่องที่ยาก ๆ ได้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น รวมทั้งมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ 5 หมายถึง สูงมาก นักเรียนระดับนี้มีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างสมบูรณ์ สามารถนำสาระสำคัญของแต่ละเนื้อหามาสร้างเป็นพื้นฐานความรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์และสถานการณ์จริงต่อไป

**ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Factors related to mathematical knowledge)**

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยหลาย ๆ งานที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**1.** **ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างมาก จึงได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Alexander and Simmons (1975: 3 – 4) ได้ให้ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นเหตุอันเป็นทางให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นสิ่งที่มีส่วน ส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดความสามารถในการเรียน หรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการ เรียนของนักเรียน

วิจารณ์ พานิช (2549 : 55) ได้ให้ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้ หรือความต้องการในการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งปัจจัยทั้งภายในและภายนอก ซึ่งมีความสำคัญเหนือการตอบสนองของแต่ละบุคคลที่มีวัตถุและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยคาดว่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นสิ่งที่มีส่วนในการส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. **งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์**

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัจจัยที่มีความ สัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากหลาย ๆ การวิจัย ดังต่อไปนี้

สุดฤทัย ศรีปรีชา (2550 : 1) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เชาวน์ปัญญา และเจตคติต่อการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

มณิภา เรืองสินชัยวานิช (2551 : 6 - 8) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า อิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เวลาที่ใช้ศึกษาเพิ่มเติม ความรู้พื้นฐานเดิม เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความถนัดทางการเรียน และคุณภาพการสอน

สาคร พิมพ์ทา (2552 : 6 - 9) ได้ทำการพัฒนาโมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความตั้งใจเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความภาคภูมิใจในตนเอง พฤติกรรมการสอนของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง

แสงจันทร์ วรรณพันธ์ (2552 : 6 - 7) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการสอนของครู และบรรยากาศในชั้น

รัตติมา บุญสวน (2553 : 749 - 758) ได้กล่าวถึงปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตนเอง เวลาที่ใช้ในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในชั้นเรียนตัวแปรตาม ความใฝ่เรียนรู้

ศรัณย์ จันทร์ศรี (2557 : 63 - 79) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ การเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ เพศ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

สรุปได้ว่า การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ เวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

**3. ความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์**

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความหมายของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

**3.1 เพศ**

เพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของเพศ ไว้ดังนี้

อิทธิพล โพธิ์ทองคำ (2554 : 4) ได้ให้ความหมายของ เพศ หมายถึง เพศชาย และเพศหญิงของข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย ที่ปฏิบัติงานอยู่ในคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นาถฤดี เด่นดวง (2555 : 1) ได้ให้ความหมายของ เพศ หมายถึง การจำแนกมนุษย์มาตั้งแต่เกิดตามสรีระร่างกายว่าเป็นผู้หญิงหรือผู้ชาย

สรุปได้ว่า เพศ หมายถึง รูปลักษณ์ที่เป็นเพศหญิงและเพศชายของนักเรียน

**3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในแต่ละรายวิชามากน้อยเพียงใด (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545 : 95) ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของผู้สัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Eysenck, Arnold and Meili (1972 : 31) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรือเกรดของการเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลา หรืออาจวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

Good (1973 : 20) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับ หรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ครูผู้สอนให้ หรือคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544 : 1) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สัญลักษณ์ที่แสดงถึงระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งได้จากการประเมินผลการเรียน สัญลักษณ์ที่นิยมใช้เป็นตัวอักษร ได้แก่ A, B, C, D และ F หรืออาจใช้เป็นตัวเลข 4, 3, 2, 1 และ 0 ซึ่งเป็นสื่อที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ระดับดีมาก ดี พอใช้ อ่อน และอ่อนมาก

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้ในชั้นเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สัญลักษณ์และความหมาย คือ เกรด 4 หมายความว่ามีผลการเรียน ดีเยี่ยม เกรด 3.5 หมายความว่ามีผลการเรียน ดีมาก เกรด 3 หมายความว่ามีผลการเรียน ดี เกรด 2.5 หมายความว่ามีผลการเรียน ค่อนข้างดี เกรด 2 หมายความว่ามีผลการเรียน พอใช้ เกรด 1.5 หมายความว่ามีผลการเรียน อ่อน เกรด 1 หมายความว่ามีผลการเรียน อ่อนมาก และเกรด 0 หมายความว่ามีผลการเรียน ไม่ผ่าน

**3.3 เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์**

เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ ไว้หลายท่านดังนี้

อภิชัย พันธเสน (2530 : 14) ได้ให้ความหมายของ เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเรียนที่มิใช่เป็นการศึกษาเล่าเรียนที่มีเนื้อหาใหม่ แต่เป็นการเน้นเนื้อหาในบางเรื่อง บางตอนของเนื้อหาทั้งหมดที่ได้ศึกษาไปแล้วแต่ผู้สอนหรือผู้รับการเรียนพิเศษต้องการจะเน้นให้ผู้เข้ารับการเรียนพิเศษมีความสนใจเข้าใจ หรือจำได้เป็นพิเศษ ทั้งนี้เพื่อหวังผลความรู้เหล่านั้นจะเกิดประโยชน์โดยตรงทันที หรืออนาคตอันใกล้ต่อผู้เข้ารับการเรียนพิเศษ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งแน่นอนภายในเวลาจำกัดและเป้าหมายที่แน่นอนก็คือเพื่อใช้ประกอบการแข่งขัน

ประทีป ชูหมื่นไวย์ (2538 : 37 - 45) ได้ให้ความหมายของ เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเรียนที่จัดช่วงเวลาไว้ต่างหากจากการเรียนปกติ

มานะ ตรีรยาภิวัฒน์ (2542 : 12) ได้ให้ความหมายของ เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเรียนนอกเหนือการเรียนในชั้นเรียนมาเรียนพิเศษ ซึ่งบางกลุ่มเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อน หรือขาดเรียนจนไล่ตามการเรียนของเพื่อนฝูงในชั้นเรียนไม่ทัน ดังนั้นผู้สอนพิเศษ คือครูในชั้นเรียนปกติ โดยครูจะสอนเหมือนกับที่ถ่ายทอดให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน เพียงแต่การเรียนพิเศษเช่นนี้จำกัดอยู่ในกลุ่มเล็ก ๆ ทำให้ครูแจกแจงรายละเอียด ความซับซ้อนของรายวิชาให้กับผู้เรียนได้มากกว่าชั้นเรียนปกติ

สรุปได้ว่า เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง เวลาว่างที่นอกเหนือจากเวลาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาและวิชาที่ผู้เรียนมีความสนใจที่จะอยากศึกษาเพิ่มเติม โดยการให้ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญมาสอนในเรื่องนั้น ๆ ที่ผู้เรียนมีความสนใจ เพื่อหวังว่าผลของความรู้เหล่านั้นจะเกิดประโยชน์โดยตรงทันที หรืออนาคตอันใกล้ต่อผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งภายในเวลาจำกัด

**3.4 เวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์**

เวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ไว้หลายท่านดังนี้

Harris and Smith (1986 : 55) ได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนำรูปแบบของการสื่อสารเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดระหว่างผู้เขียนและผู้อ่านโดยผู้เขียนจะแสดงความคิดเห็นของตัวเองผ่านตัวอักษรและตามลักษณะการเขียนของตนผู้อ่านจะรับรู้สัญลักษณ์หรือตัวอักษรด้วยสายตาเป็นประการแรก จากนั้นก็จะค้นหาความหมายหรือทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์นั้น

Cooper, Warncke and Shipman (1988 : 3) ได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนำกระบวนการสร้างความหมายจากตัวอักษรที่ปรากฏ การเกิด กระบวนการเช่นนี้ ผู้อ่านจะต้องเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ของตนเข้ากับเรื่องที่อ่าน โดยใช้ตัวชี้แนะทางภาษาเข้ามาช่วยเท่าที่จำเป็น

Leu and Kinzer (1995 : 9) ได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการนำกระบวนการมาทำความเข้าใจภาษาเขียน ซึ่งเริ่มจากการรับรู้ทางสายตา และจบลงที่ความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนนำเสนอไว้

ฉวีลักษณ์ บุญยะกาญจน (2525 : 2) ได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการแปลอักษรออกมาเป็นถ้อยคำและนำความคิดนั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ตัวอักษรเป็นเพียงเครื่องหมายแทนคำพูด เป็นเพียงเสียงที่ใช้แทนของจริงอีกทอดหนึ่ง

รัญจวน อินทรกำแหง (2545 : 23) ได้ให้ความหมายของเวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง เวลาที่ใช้ในการแปลสื่อความหมายจากอักษรหรือภาพให้เป็นเรื่องราวที่เป็นแนวความคิด โดยให้มีความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งและชัดเจนการอ่านจึงเป็นกระบวนการทางสมองที่ต้องใช้สายตาสัมผัสตัวอักษรหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ เพื่อรับรู้และเข้าใจความหมายของคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ โดยแปลออกมาเป็นความหมายที่ใช้สื่อความคิดและความรู้ระหว่างผู้เขียนกับผู้อ่านให้เข้าใจตรงกันและผู้อ่านสามารถนำความหมายนั้น ๆ ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้สูงสุด

สรุปได้ว่า เวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง เวลาของการนำสติปัญญาที่มีอยู่มาใช้ในการแปลความหมายของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ให้เกิดความเข้าใจตามลักษณะของเรื่องที่อ่าน เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดตกผลึก โดยการเชื่อมโยงการเรียนรู้มาจากประสบการณ์เดิมขยายประสบการณ์ใหม่ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นและเกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์

**3.5 บรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์**

บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของบรรยากาศในชั้นเรียน ไว้หลายท่านดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2524 : 26) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง สภาพหรือสิ่งแวดล้อมทางสังคมจิตวิทยา ในระบบสังคมที่มีการเคลื่อนไหว

สุพิน บุญชูวงศ์ (2536 : 153) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้บรรยากาศการเรียนเป็นที่น่าสนใจและจูงใจให้นักเรียนไม่น่าเบื่อหน่ายต่อการเรียน ซึ่งการที่ครูสามารถคุมชั้นเรียนและสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนได้ก็จะเป็นการช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ผจงกาญจน์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2540 : 4) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง องค์ประกอบสามด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสมอง และด้านอารมณ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และเสาะแสวงหาความรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2544 : 43) ได้ให้ความหมายของ บรรยากาศในชั้นเรียน (Classroom Climate) หมายถึง บริเวณสี่เหลี่ยมของบรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนและครูทำงานและปฏิสัมพันธ์กัน นักเรียนจะเรียนได้ดีที่สุดในบรรยากาศที่บำรุงร่างกาย จิตใจ และวิญญาณของเขา

สรุปได้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมทางการเรียนในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงระดับอารมณ์และความรู้สึกของครูกับนักเรียนที่เกิดความเป็นมิตรต่อกัน กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และเสาะแสวงหาความรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียน มีการตอบสนองเป็นอย่างดี

**3.6 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์**

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไว้หลายท่านดังนี้

Zimbardo, Ebbesen and Maslach (1977 : 19-20) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง ความพึงพอใจ ไม่พอใจ ความชอบ และความไม่ชอบที่บุคคลมีต่อคนอื่น กลุ่มสังคม สถานการณ์ วัตถุ หรือแนวคิด ถ้ามีสถานการณ์ใด ๆ เกิดขึ้น บุคคลเพียงแต่มีความรู้สึกต่อสิ่งนั้นโดยไม่ต้องร่วมมือก็ได้ชื่อว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้น

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

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2529 : 87) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง จุดประสงค์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญมากอันหนึ่งนอกเหนือจากการพัฒนาด้านพุทธิพิสัยแล้ว คือการส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้าน จิตพิสัยควบคู่ไปด้วย ดังนั้น ถ้าครูสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียนได้ ย่อมมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552 : 396) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Attitude of Mathematic) หมายถึง อัชฌาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด (Ideas) เจตคติอาจเป็นบวก หรือลบ ถ้าบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใดก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยง เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล

สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางบวกและทางลบ เพราะถ้าผู้ที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางบวก จะมีความสนใจ ตั้งใจในการเรียน และทำได้ออกมาดี ส่วนผู้ที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางลบ จะไม่สนใจที่จะเรียนวิชาคณิตสาสตร์ คิดว่ายากเกินไป โดยการแสดงออกในรูปของความไม่พึงพอใจ ไม่ชอบและไม่ใส่ใจที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์

**3.7 พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์**

พฤติกรรมการสอนของครูมีผลมากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จึงมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูไว้หลากหลาย ดังนี้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2529 : 1) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การกระทำที่ครูกำหนดให้มีขึ้นภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอนซึ่งมีทั้งการกระทำหรือการแสดงออกของครูและของนักเรียนที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันในชั้นเรียน มีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูดการอธิบาย การใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

จินตนา สุขมาก (2536 : 4) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำให้ความรู้และทักษะเกิดสัมฤทธิ์ผลอย่างดีที่สุดเป็นการจัดประสบการณ์ชีวิตให้กับผู้เรียน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540 : 3) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การสอนเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดซึ่งต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541 : 11 – 14) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ครูแสดงออกเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติในการสอน ที่ครูกำหนดให้มีขึ้นภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอนซึ่งมีทั้งการกระทำหรือการแสดงออกของครูและของนักเรียนที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ในชั้นเรียน มีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูดการอธิบาย การใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียนการทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนด้วย

**3.8 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์**

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้หลายท่าน ดังนี้

McCleland (1953 : 110 - 111) ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่า หมายถึง ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หรือทำดีกว่าบุคคลอื่นความพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ ความรู้สึกสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว

Good (1959 : 354) ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่า หมายถึง ความปรารถนาและความพยายามอย่างสูงของนักเรียนที่จะศึกษาให้บรรลุสัมฤทธิ์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไปของการศึกษา

ประสาท อิศรปรีดา (2533 : 35) ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่า หมายถึง ความปรารถนาที่ได้รับความสำเร็จในกิจกรรมต่าง ๆ มีความต้องการที่จะเป็นผู้นำในการทำงานอย่างอิสระ มีความเพียรพยายามที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอันสูงเด่นที่ตั้งไว้

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533 : 10) ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่า หมายถึง เป็นแบบฉบับของการกระทำ ความรู้สึกและการวางแผนที่มุ่งไปสู่ความเป็นเลิศ

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541 : 72) ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่า หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) ที่ตนเองตั้งไว้ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะไม่ทำงานเพื่อหวังรางวัล แต่จะทำเพื่อจะประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จในกิจกรรมต่าง ๆ มีความเพียรพยายามที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยมีความทะเยอทะยานสูงไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรค ที่ขัดขวาง ความพยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่จะนำตนไปสู่ความสำเร็จ จะมีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อทำไม่สำเร็จหรือประสบความล้มเหลว

**3.9 ความตั้งใจเรียน**

ความตั้งใจเรียนมีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความตั้งใจเรียนไว้ดังนี้

Strang (1959 : 307 – 308) ได้ให้ความหมายของ ความตั้งใจเรียนว่า หมายถึง พลังงานอย่างหนึ่งที่แฝงในตัวบุคคล และผลักดันให้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างจริงจัง บุคคลที่มีความตั้งใจเรียนมาก จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ซึ่งตรงข้ามกับบุคคลที่มีความตั้งใจเรียนน้อยจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความตั้งใจเรียนถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้

Holton (1964 : 20 -25) ได้ให้ความหมายของ ความตั้งใจเรียนว่า หมายถึง ความจดจ่อของจิตใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตั้งใจเรียนหรือความเอาใจใส่จะทำให้บุคคลมีสมาธิการศึกษาวิชาใดก็ตามถ้าเป็นการเรียนที่ตรงกับความสนใจและความตั้งใจของผู้เรียนแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ไม่มีความตั้งใจเรียนหรือไม่สนใจในเรียน นอกจากนี้ความตั้งใจเรียนยังหมายถึงการที่นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดอยู่บ่อย ๆ ซึ่งจะทำให้ผลการเรียนดีขึ้น

Lahaderne (1968 : 320 - 324) ได้ให้ความหมายของ ความตั้งใจเรียนว่า หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมองหนังสือ มองครู หรือมองกระดาน อ่านบทเรียน และทำงานตามที่ครูสั่ง

โสภา ชูพิชัยกุล (2529 : 26) ได้ให้ความหมายของ ความตั้งใจเรียนว่า หมายถึง การแสดงออกถึงความสนใจ เอาใจใส่ต่อการเรียนในห้องเรียนและต่องานที่ครูมอบหมาย ได้แก่ สนใจฟังครูอธิบาย มองกระดาน มองอุปกรณ์ ถามคำถาม และตอบคำถามครูเกี่ยวกับบทเรียน ทำงานตามที่ครูมอบหมาย ให้ความร่วมมือกับเพื่อนในการทำกิจกรรมการเรียน

สรุปได้ว่า ความตั้งใจเรียน หมายถึง ความมีจิตใจจดจ่อในการเรียน มีความมุ่งมั่น ตั้งใจที่จะประสบความสำเร็จให้บรรลุเป้าหมายตามที่ตนเองได้ตั้งใจเอาไว้ และมีความพร้อมที่จะผลักดันตนเองให้มีประสบการณในด้านต่าง ๆ ทั้งการเรียนรู้ในห้องเรียนและการเรียนรู้นอกห้องเรียน ฝึกสมาธิของตนเพื่อส่งผลให้การเรียนมีผลสัมฤทธิ์มากกว่าผู้อื่นที่ไม่มีความตั้งใจเรียน

**3.10 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์**

การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Bandura (1986 : 391) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่ามี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อในแต่ละบุคคลว่าเขามีความสามารถที่จะแสดงพฤติกรรมในบางงานได้สำเร็จ ความเชื่อในความสามารถของตนเองก่อให้เกิดแรงจูงใจในความสำเร็จทางการเรียน ในการเลือกอาชีพ

2. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลตัดสินเกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าสามารถที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพการณ์ที่เฉพาะเจาะจงได้หรือไม่

Pajares and Miller (1994 : 194) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง การตัดสินความสามารถที่บุคคลมีต่อตนเองในการแสดงพฤติกรรมที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละสถานการณ์

Smith and other (2003 : 369 ) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง การตัดสินใจในการกระทำของบุคคลว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ได้หรือไม่ และมีระดับความมั่นใจในการปฏิบัติเท่าใด

Schunk (2004 : 112) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง ความเชื่อมั่นของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถของตนตามความสามารถที่มีอยู่ ซึ่งไม่เหมือนกับการที่เรารู้ว่าจะทำอะไร แต่เป็นการประเมินความสามารถและทักษะของตนออกมาเป็นการกระทำตามระดับความสามารถที่มีอยู่

ประทีป จินงี่ (2540 : 110) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง การที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ที่บางครั้งอาจจะมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีความแปลกใหม่ที่ไม่สามารถทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งสภาพการณ์เหล่านี้มักจะทำให้บุคคลเกิดความเครียดได้ การรับรู้ความสามารถของตนนี้มิได้ขึ้นอยู่กับทักษะที่บุคคลมีอยู่ในขณะนั้นเท่านั้น หากแต่ยังขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของบุคคลว่าเขาสามารถทำอะไรได้ด้วยทักษะที่เขามีอยู่

วิลาสลักษณ์ ชัววัลลี (2547 : 89) ได้ให้ความหมายของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง ความเชื่อของบุคคลว่าตนมีความสามารถที่จะจัดระบบและกระทำเพื่อให้บรรลุผลตามที่กำหนดได้

สรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนตัดสินความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถที่จะตัดสินความสามารถของตนเองทั้งจากพฤติกรรมเฉพาะและจากสถานการณ์ทั่วไปที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งด้านกระบวนการแก้ปัญหาและด้านผลลัพธ์ แล้วยังนำเอาความสามารถของตนเองไปถ่ายทอดให้กับบุคคลอื่นได้อย่างมั่นใจ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจให้กับตนเอง

**หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)**

หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยนี้จึงได้กล่าวถึงหลักการและแนวคิดของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ดังต่อไปนี้

**1. ความหมายของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)**

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ดังนี้

Zadeh, L.A. (1965 : 1) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ไว้ว่าตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับที่ช่วยในการตัดสินใจภายในใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น

Bezdek, J. C. (1998 : 381 - 391) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของปัญหาทั้งหมด โดยการแบ่งระดับของปัญหานั้น โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง ความไม่แน่นอน สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัวได้

Michael Gr. Voskoglou (2012 : 82 - 90) ได้ให้ความหมายของ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับ ซึ่งจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือ ความไม่แน่นอนของระบบ ที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกของมนุษย์ ด้วยการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอน เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยอาศัยเซตของความเป็นสมาชิก

สรุปได้ว่า ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือ หรือความไม่แน่นอนของระบบ และใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์

**2. ความสำคัญของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)**

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

Michael Gr. Voskoglou (2012 : 25) ได้กล่าวถึง ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ว่าเป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในวงการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการทหาร ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักศึกษาด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศควรจะได้ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจในศาสตร์ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ให้ลึกซึ้ง ทั้งนี้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ซึ่งนับวันจะยิ่งมีความต้องการระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนระบบได้โดยอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป มีการตัดสินใจแบบชาญฉลาดเยี่ยงมนุษย์ได้มากขึ้น ซึ่งมนุษย์สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ไม่เคยพบได้โดยอาศัยความรู้เก่าที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**3. พื้นฐานแนวคิดแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ**

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ได้พัฒนาจากฟัซซีเซต (Fuzzy Set) ที่คิดค้นโดย L. A. Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 ซึ่งเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก โดยฟัซซีเซต เป็นเซตที่มีขอบเขตไม่เด่นชัดหรือคลุมเครือ เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการ คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ไปประยุกต์ใช้งานมากมายหลายสาขา โดยเฉพาะในสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ออกแบบและสั่งการให้เครื่องจักรทำงานเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ ก่อกำเนิดเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า ระบบควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายรูป ระบบควบคุมการทำงานของหม้อหุงข้าว ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้กับตู้เย็น

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (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

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริง - เท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังภาพที่ 1

จริง

จริง

ส่วนที่เป็นจริง

เท็จ

เท็จ

ตรรกะแบบจริง – เท็จ

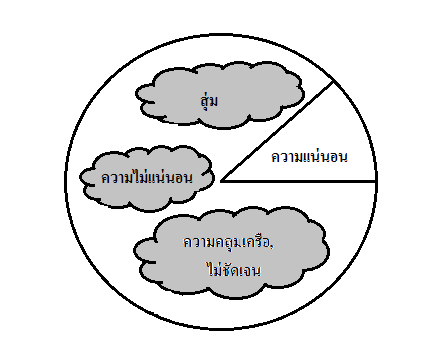
ตรรกศาสตร์คลุมเครือ

บูลีนลอจิก

**ภาพที่ 1** ตรรกะแบบจริง - เท็จ (Boolean logic) กับ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าตรรกศาสตร์คลุมเครือมีมากกว่า 2 ค่าและแตกต่างกับตรรกะแบบจริง - เท็จ (Boolean Logic) ที่มีความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่าเท่านั้น ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง “ความไม่แน่นอน (Uncertainty)” กรณีซึ่งหากกำหนดว่าคนที่อ้วนคือคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 75 กิโลกรัมคอมพิวเตอร์จะให้ผลว่าคนที่มีน้ำหนัก 74.50 กิโลกรัมไม่จัดเป็นคนที่อ้วนจะสร้างและกำหนดรูปแบบ (Modeling) ของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือความไม่ตายตัวรวมถึงความขาดข้อมูลบางส่วนโดยทฤษฎีของฟัซซีเซตจะใช้ลักษณะความหมายตัวแปร (Linguistic) มากกว่าปริมาณ (Quantitative) ของตัวแปรเช่น การหาความหมายของ “คนที่อ้วน” เราไม่สามารถนิยามค่าความอ้วนที่ตรงกันและระบุเป็นหนึ่งเดียว (Identical) สำหรับคนที่อ้วนนาย ก. จะให้ความหมายของ “คนอ้วน” หมายถึงคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 70 กิโลกรัม นาย ข. ให้ความหมายว่าเป็นคนที่มีน้ำหนักมากกว่า 75 กิโลกรัมซึ่งทั้งสองคนต่างแสดงความหมายของคำว่าคนที่อ้วนโดยเปรียบเทียบและในมุมมองของตัวเองตามน้ำหนักของตนในการทำงานในมุมมองแบบฐานสอง (Binary Sense) จะได้ผลเป็นใช่หรือแต่จะเห็นว่าบุคคลนี้เป็นคนอ้วนน้ำหนักเกือบจะ 75 กิโลกรัมและถึงแม้ว่าบุคคลนี้จะมีน้ำหนัก 75 กิโลกรัมแต่หากพิจารณาจากกลุ่มคนที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัมบุคคลนี้ก็จะไม่จัดอยู่ในกลุ่มคนที่อ้วนแสดงให้เห็นว่าความอ้วนไม่ได้มีลักษณะความไม่แน่นอนแบบสุ่มจากการศึกษาปัญหาทั่ว ๆ ไปจะแสดงถึงรูปแบบลักษณะการกระจายของปัญหา

ภาพที่ 2 เป็นการแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการตัดสินใจของปัญหาทั้งหมดมีเพียงส่วนน้อยที่เป็นสิ่งที่แน่นอน (Certainty) ที่เหลือคือสิ่งที่ไม่แน่นอนซึ่งประกอบด้วยความไม่แน่นอนที่มีลักษณะแบบสุ่มและความไม่แน่นอนที่มีลักษณะเป็นความคลุมเครือซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 40 เพราะปัญหาส่วนมากเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งจะตัดสินใจตามพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก



**ภาพที่ 2** ความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ความคลุมเครือจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือความไม่แน่นอนของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอนเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ (Decision Making) โดยอาศัยเซตของความเป็นสมาชิก (Set Membership)

**4. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก**

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยการกำหนดค่าให้กับสมาชิกที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่สำคัญต่อการดำเนินการของความคลุมเครือ เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 6 ชนิด ดังนี้

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

 (1)

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

 (2)

3. ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ ซึ่ง m หมายถึงค่าเฉลี่ยและ หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสมการที่ 3

 (3)

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

 (4)

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

 (5)

6. ฟังก์ชันตัวแซค (Z-Membership Function) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ 

 (6)

การเลือกฟังก์ชันของความเป็นสมาชิกขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลที่รับเข้ามาโดยสามารถที่ทับซ้อนกันเพื่อให้การดำเนินงานราบเรียบ ซึ่งมีความเป็นสมาชิกหลายค่าได้และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะกับงานที่กำลังปฏิบัติงานหรือตามความต้องการได้

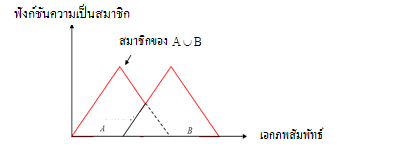
**5.** **การดำเนินการของฟัซซีเซต**

การดำเนินการของฟัซซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตโดยทั่วไป มีการดำเนินการ (Operation) คือ Union, Intersection และ Complement กำหนดให้ A และ B เป็นฟัซซีเซตย่อยของเซตซึ่งมีความเป็นสมาชิกเท่ากันกับ และ ตามลำดับ

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

 (7)

ค่าความเป็นสมาชิกของ  คือค่าสูงสุดของค่าความเป็นสมาชิกของเซต A และค่าความเป็นสมาชิกของเซต B นั่นคือ ดังภาพที่ 3

****

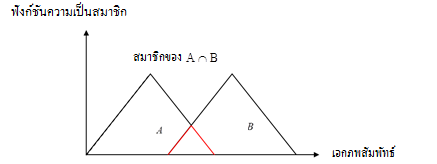
**ภาพที่** 3 แสดงการผนวก (Union) ของฟัซซีเซต A และ B

2. การตัด (Intersection) ของ A และ B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการที่ 8

(8)

ค่าความเป็นสมาชิกของ  คือค่าต่ำสุดของค่าความเป็นสมาชิกของเซต A และค่าความเป็นสมาชิกของเซต B นั่นคือ

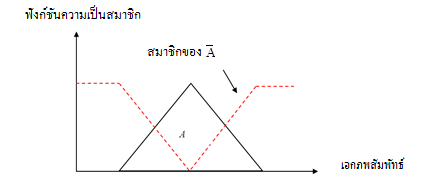
 ดังภาพที่ 4

****

**ภาพที่ 4** แสดงการตัด (Intersection) ของ A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการที่ 9

 (9)

ค่าความเป็นสมาชิกของ  คือ ความไม่เป็นสมาชิกของเซต A นั่นคือ  ดังภาพที่ 5



**ภาพที่** 5 แสดงการเติมเต็ม (Complement) ของฟัซซีเซต A

สรุปได้ว่า การดำเนินการของฟัซซีเซต ประกอบด้วย การผนวก (Union) ของ A และ B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการ และการตัด (Intersection) ของ A และ B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  ซึ่งจะนิยามได้ดังสมการ 

**แบบทดสอบ (Test)**

แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความรู้หรือวัดด้านพุทธพิสัยของนักเรียนว่ามีความรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้ขั้นตอนหรือกระบวนการอะไรบ้างจากการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย โดยจะต้องผ่านการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ประสิทธิภาพ ความยาก อำนาจจำแนก ฯลฯ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงแบบทดสอบ ในหัวข้อที่สำคัญ ดังนี้

**1.** **ความหมายของแบบทดสอบ**

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ดังนี้

Brown, J. D. (1998 : 90) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช้การวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

สมนึก ภัททิยธณี (2551 : 2) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

อรนุช ศรีสะอาด (2551 : 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ เป็นชุดของคำถาม หรือชุดงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

ไพศาล วรคำ (2554 : 233) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ เป็นชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ เป็นชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อวัดพฤติกรรมที่ต้องการ หรือเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน ไม่ใช้การวัดโดยตรง จะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

**2. ประเภทของแบบทดสอบ**

การแบ่งประเภทของแบบทดสอบ สามารถแบ่งได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

อรนุช ศรีสะอาด (2551 : 41-51) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบหลายลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล - สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีต่อตัวบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก – ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมความ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนด ว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการสอบ ต้อการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ หรือไปให้ตอบที่บ้าน

5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปากเปล่า หมายถึง การสอบโดยการถาม – ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

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

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กัน

ทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ 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 การสอบทีละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบทีละหลาย ๆ คน เป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์ รูปภาพ ตัวเลย แทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วยการเรียน

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบท ทุกตอน และทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเขียนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

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

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ และทักษะ

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 แบบทดสอบแบบความเรียน (Essay Test)

5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)

5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)

5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบ สามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภทหลัก ๆ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ แบบวัดความถนัด แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบภาคปฏิบัติ แบบทดสอบข้อเขียน และแบบทดสอบมาตรฐาน

**3.** **ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี**

ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี จะต้องสามารถวัดพฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการวัดได้ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 67 – 71) แบบทดสอบนับเป็นเครื่องมือวัดผลที่มีคุณค่าและสำคัญที่สุด แต่แบบทดสอบที่จะนำเอามาใช้จะต้องมีคุณภาพ โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้สอนโดยตรง แบบทดสอบจะมีคุณภาพเพียงใด ต้องมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงเปรียบเสมือนความถูกต้องของแบบทดสอบ เช่น ต้องการวัดว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคำนวณหรือไม่ ก็ถามให้คำนวณ 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 ที่ช่วยให้ครูประมาณสภาพอันแท้จริงของผู้เรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของนักเรียน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ความเชื่อมั่น หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับ ที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำข้อสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการเปรียบเทียบ หรือเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้ทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้ผู้ขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นผู้ที่เรียนเก่งหรือขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ตั้งถามให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้เรียนทำด้วยความสนุก เพลิดเพลิน ไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะทำให้แบบทดสอบมีความยั่วยุอยากตอบ ก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปข้อยาก ใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าข้อสอบเป็นแบอัตนัยก็ให้บรรยายพอเหมาะ และไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพราะเจาะจง หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามการตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้ผู้เรียนงง ผู้เรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกดีกว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม และความไม่จำเพราะเจาะจงของข้อสอบนี้ อาจจะเกิดขึ้นกับข้อสอบทุกชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบได้รัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบ ไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบจะเป็นปรนัยหรือไม่ จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้ง หรือตรวจหลายคน

7.3 แปรความหมายให้คะแนนได้เหมือนกัน

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

9. อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถที่แตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง ตามทฤษฏีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม อำนาจจำแนกของข้อสอบหมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่า คนกลุ่มนั้นทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก

10. ความยาก หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบถูกได้มากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด ตามทฤษฏีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป เรียกว่า มีความยากพอเหมาะ เพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าว จะช่วยจำแนกผู้เข้าสอบได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน ข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูก หรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูก ต่างก็ไม่สามารถจำแนกได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน จึงไม่มีคุณค่าในการจำแนก ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ไพศาล วรคำ (2554 : 232 - 233) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของเครื่องมือที่ดี มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความเที่ยงตรง เครื่องมือที่ดีจะต้องสามารถวัดได้ตามจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. มีความเชื่อมั่น เครื่องมือที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่มีความเชื่อมั่นสูง หรือมีความแน่นอน คงเส้นคงวา

3. มีความเป็นปรนัย เครื่องมือที่ดีควรมีความเป็นปรนัยสูง คือ มีความชัดเจนทั้งในข้อคำถาม คำตอบ และการให้คะแนน ที่ทำให้ทุกคนสามารถเข้าใจหรือตีความได้

4. มีความจำเพาะจงจง กล่าวคือ ในหนึ่งข้อคำถามหรือรายการคำถามใดๆ ควรถามประเด็นเดียวเป็นการเฉพาะ

5. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีควรเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิ์ภาพ สามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวก ประหยัด และคุ้มค่า

6. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีควรจะสามารถแยกแยะบุคคลออกเป็นกลุ่มๆ ตามปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัด

7. มีความยากเหมาะสม เครื่องมือควรจะมีระดับความยากที่เหมาะกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

สรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี จะต้องมีคุณสมบัติ 8 ประการที่สำคัญ คือมีความเที่ยงตรงมีความเชื่อมั่นมีความเป็นปรนัยมีความจำเพาะจงจง ความยุติธรรมมีประสิทธิภาพมีอำนาจจำแนกและมีความยากเหมาะสม

**4. แบบทดสอบปรนัย**   
 แบบทดสอบแบบปรนัยเป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้ตอบต้องตัดสินใจ เลือกตามที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้ไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

ชวาล  แพรัตกุล (2516 : 131) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบแบบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีคุณสมบัติ 3  ประการดังนี้  
              1. ชัดแจ้งในความหมายของคำถาม    
               2. ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน    
               3. แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน โดยทั่วไปข้อสอบปรนัยนั้นผู้ตอบถูกได้ 1 ตอบ ผิดได้ 0 คะแนน จำนวนคะแนนที่ได้จะแทนจำนวนข้อที่ถูก ทำให้สามารถแปลความหมายได้ชัดเจนว่าใครเก่ง อ่อนอย่างไร ตอบถูกมากน้อยต่างกันอย่างไร

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2526 : 122) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือคำถาม และคำตอบ ตัวคำถามของข้อสอบปรนัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ความสามารถต่าง ๆ ตามที่ผู้ถามต้องการ ซึ่งจะวัดตั้งแต่ความจำผิวเผินไปจนถึงวัดพฤติกรรมที่ลึกซึ้งคือการประเมินค่า คำถามแต่ละข้อจะถามเฉพาะจุดเล็ก ๆ ของเนื้อหา ดังนั้นจึงมีจำนวนมากข้อ ส่วนคำตอบของคำถามประเภทนี้ผู้ตอบต้องใช้เวลาในการคิดและการตอบเป็นส่วนใหญ่ การเขียนตอบจะใช้เวลาน้อยซึ่งอาจเขียนเป็นประโยคสั้น ๆ หรือทำเครื่องหมายบนคำตอบที่ต้องการ

บุญธรรม  กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535:106) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบแบบปรนัยที่นิยมใช้และเป็นที่รู้จักออกเป็น 4 ประเภท คือ  
              1. แบบถูก - ผิด (True - False)  
             2. แบบเติมคำ (Completion) หรือตอบสั้น (Short  Answer)  
              3. แบบจับคู่ (Matching)  
              4. แบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

  สรุปได้ว่า แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ความสามารถต่าง ๆ ตามที่ผู้ถามต้องการ ซึ่งจะวัดตั้งแต่ความจำผิวเผินไปจนถึงวัดพฤติกรรมที่ลึกซึ้งคือการประเมินค่า คำถามแต่ละข้อจะถามเฉพาะจุดเล็ก ๆ ของเนื้อหา ดังนั้นจึงมีจำนวนมากข้อ ส่วนคำตอบของคำถามประเภทนี้ผู้ตอบต้องใช้เวลาในการคิดและการตอบเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

**5. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)**  
 ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น จึงมีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

ชวาล แพรัตกุล (2516 : 166) ได้กล่าวถึงข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า ข้อสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ   
 1) เขียนตัวคำถามให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์ การถามด้วยประโยคคำถามที่สมบูรณ์จะช่วยให้คำถามมีความหมายเฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น ผู้สอบอ่านแล้วสามารถเข้าใจทันทีว่าผู้ถามต้องการให้ตอบในแง่ใด จะต้องพุ่งความคิดไปในทิศทางใดแง่ใด การเขียนตอบนำแบบทิ้งท้ายไว้คล้ายให้เติมความมักทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาในการที่จะมีคำตอบหลายแง่มุม บางทีเด็กต้องกลับไปอ่านข้อความซ้ำเพราะข้อความไม่

               2) เน้นเรื่องที่ถามให้ชัดเจนและตรงจุด ไม่ควรถามคลุมเครือวนเวียนนักเรียนต้องอาจคำถามคำตอบหลายรอบ ไม่เข้าใจว่าถามอะไร จะขาดความเป็นปรนัย

3) ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ โดยเฉพาะในระดับประถมข้อสอบที่ดีควรให้ยากด้วยเนื้อหาของมันเอง ไม่ใช่ยากที่ภาษา สำนวนที่ใช้เพราะเราไม่ได้มุ่งวัดความสามารถด้านภาษา การใช้คำยากในคำถามหรือตัวเลือกจะทำให้ข้อสอบยากขึ้นโดยไม่จำเป็น อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นต่ำ และขาดอำนาจจำแนกได้

         4) อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย คำถามควรสั้นและชัดเจน การเขียนคำถามแบบยาว ๆ วกวนไปมา อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงตามสภาพไป จะกลายเป็นการทดสอบการอ่านหนังสือเร็วแล้ว จับใจความแทนที่จะทดสอบความรู้หรือความสามารถทางวิชาการ

         5) เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข คำถามเป็นตัวเลขคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับวัน เดือน ปี หรือจำนวนต่าง ๆ ควรจะจัดเรียงลำดับกัน อาจเรียงจากมากไปน้อย หรือน้อยไปมากก็ได้ เพื่อช่วยให้ผู้สอบหาคำตอบง่ายขึ้น ไม่เกิดการสับสน

   6) พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน การใช้คำถามปฏิเสธทำให้ผู้สอบถามต้องคิดยอกย้อนโดยไม่จำเป็น อาจทำให้เข้าใจผิดได้ง่าย

7) ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ได้แก่ "ถูกทุกข้อ" "ไม่มีข้อใดถูก" ยังสรุปแน่นอนไม่ได้" การใช้ตัวเลือกแบนนี้  อาจเนื่องมาจากผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงที่เหมาะสมได้  หรือคิดว่าอาจเป็นตัวถูกหรือตัวลวงที่ดี  การใช้ตัวเลือกปลายเปิดด้วยเหตุผลที่ผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวเลือกได้นั้น  จะทำให้ข้อคำถามนั้นด้อยคุณภาพลงและเป็นการแนะคำตอบ  ด้วยข้อสอบที่เหมาะจะใช้ตัวเลือกปลายเปิดควรเป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราว หรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือที่ยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่  ตัวเลือกปลายเปิดนอกจากจะใช้ได้ดีกับเรื่องราวที่ไม่มีข้อยุติแล้ว  ยังเหมาะที่จะใช้กับวิชาประเภทคำนวณอีกด้วย ตัวเลือก "ถูกทุกข้อ" จะใช้ได้ดีกับข้อที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายข้อ เช่น การคำนวณหาค่าตัวที่ไม่ทราบค่าของสมการหลายชั้น ตัวเลือก "ไม่มีข้อถูก" สามารถใช้ลวงผู้ไม่แม่นยำในการคำนวณคำตอบข้อนั้น ๆ  เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องไม่ได้ก็จะเอนเอียงมาตอบตัวเลือก "ไม่มีข้อถูก”  
 8) ใช้คำถามให้คุ้มงานสอบ ข้อสอบที่ดีไม่ควรถามด้านความจำมากนัก แต่จะพยายามถามให้คิดลึกซึ้งลงไป และไม่ใช้ข้อความที่พลิกแพลงจนกลายเป็นข้อสอบวัดความสามารถด้านภาษาไป  
 9) ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว  ในการเขียนคำถามมีบ่อย ๆ ที่ผู้ออกข้อสอบไม่ได้พิจารณาตัวลวงให้ดี เมื่อเด็กทำข้อสอบจึงมักมีปัญหามีข้อถูกมากกว่า 1 ตัวอยู่บ่อย ๆ

10) เขียนตัวถูก ผิด ให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา การเขียนตัวถูกและตัวลวงควรคำนึงถึงความจริงและความเป็นไปได้ตามเนื้อหานั้น ๆ ด้วย การใช้ตัวลวงโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาอาจเป็นการแนะคำตอบให้เด่นชัดขึ้น  
 11) เขียนตัวอักษรให้เป็นอิสระขาดจากกัน อย่าให้ตัวเลือกทั้งที่เป็นตัวถูกและตัวผิดก้าวก่ายกัน หรือมีความหมายสืบเนื่องสัมพันธ์กัน หรือคลอบคลุมตัวเลือก

อื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เหมือนกับมีตัวเลือกน้อยลง และมีข้อที่ถูกหลาย

12) พยายามใช้รูปภาพช่วย การใช้รูปภาพเป็นตัวสถานการณ์หรือคำถาม หรือตัวเลือกจะช่วยลดลายความเครียดให้ผู้สอบได้มากโดยเฉพาะในชั้นเด็กตอนต้น การใช้รูปภาพนอกจากจะคลายความเครียดได้แล้วยังจะช่วยให้เด็กเข้าใจคำภามได้ง่ายขึ้น และยังช่วยให้ข้อสอบน่าสนใจยิ่งขึ้น ข้อสำคัญรูปภาพที่ใช้ควรเขียนให้ชัดเจน สวยงามและน่าดูและถูกต้อง ไม่ทำให้ผู้สอบมองแล้วเข้าใจผิดได้

13) หลีกเลี่ยงคำถามที่แนะคำตอบ คำถามที่ใช้ตัวเลือกที่มีแง่ให้เด็กสามารถตัดตัวลวงออกได้ โดยไม่ต้องใช้ความคิด หรือชี้นำให้เลือกคำตอบให้ง่ายขึ้นถือว่าเป็นคำถาม ที่ชี้แนะคำตอบคำถามที่มีลักษณะแนะนำคำตอบ

         จำนง  พรายแย้มแข (2529 : 58 - 59) ได้กล่าวถึงข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดีนั้น ตัวเลือกทุกตัวจะมีน้ำหนักพอ ๆ กัน ถ้าดูเผิน ๆ หรือไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริงจะเห็นว่าถูกหมดทุกข้อ และในการสอบแต่ละครั้ง ตัวเลือกแต่ละตัว จะมีโอกาสถูกเลือกพอ ๆ กันสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีลักษณะถูกหรือผิดอย่างเด่นชัดทำให้ข้อสอบขาดคุณค่า  และขาดคุณลักษณะความเป็นปรนัยอันเป็นคุณสมบัติสำคัญของข้อสอบประเภทนี้

1. รูปแบบข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นรูปแบบข้อสอบที่นิยมใช้มีอยู่ 3 รูปแบบคือ แบบคำถามโดด (Single Question) แบบใช้สถานการณ์ (Situational Test) และแบบตัวเลือกคงที่ (Constant Choices)

1.1 แบบคำถามโดด (Single Question) เป็นแบบที่ใช้กันมากในปัจจุบัน ลักษณะข้อสอบจะประกอบด้วยส่วนคำถาม (Stem) กับส่วนตัวเลือก (Choices) โดยแต่ละข้อของข้อสอบจะเป็น อิสระจากกัน คือ คำถาม คำตอบจะจบลงในตัว ไม่ก้าวก่ายกับข้อ

อื่น ๆ เช่น

1.2 แบบใช้สถานการณ์ (Situational Test) การถามตอบจะใช้สถานการณ์ที่กำหนดเป็นหลัก ซึ่งสถานการณ์ที่ใช้อาจเป็นข้อความ เรื่องราว รูปภาพ ตาราง หรือกราฟ ฯลฯ ดังนั้นการพิจารณาเลือกสถานการณ์จึงมีเงื่อนปม หรือประเด็นที่สามารถตั้งคำถามได้ โดยต้องไม่ถามตรงเรื่อง ไม่ถามนอกเรื่อง การถามต้องสอดคล้องหรือเกี่ยวข้องกับเรื่อง

1.3 แบบตัวเลือกคงที่ (Constant Choice) เป็นแบบที่ใช้ตัวเลือกชุดหนึ่งตอบคำถามหลาย ๆ ข้อ รูปแบบนี้ ลักษณะตัวเลือกต้องมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) และการถามสามารถใช้สถานการณ์ที่มีลักษณะคล้ายจริงหรือตัวอย่างจริงได้ดีกว่า

**6. หลักการสร้างแบบทดสอบปรนัย**

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของ อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 36 - 37 ) ดังนี้

1) ศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2) กำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยต้องการวัด

3) วิเคราะห์ว่าจะออกข้อสอบในแต่ละเนื้อหา/จุดระสงค์จำนวนกี่ข้อ รวมทั้งหมด กี่ข้อ

4) เลือกรูปแบบของข้อสอบว่าจะมีรูปแบบใดบ้าง เช่น แบบเติมคำ แบบถูก – ผิด แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ หรือแบบเขียนตอบ

5) ร่างข้อสอบตามรูปแบบของข้อสอบที่เลือกไว้ โดยมีจำนวนข้อสอบเกินไว้อย่างน้อยร้อยละ 10 ของจำนวนข้อสอบที่ต้องการทั้งหมด

6) ตรวจสอบว่าข้อสอบตามที่ได้ร่างขึ้นมานั้นมีลักษณะที่ดีของข้อสอบ

นั้น ๆ หรือยัง

7) นำข้อสอบที่ร่างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 หรือ 5 คนพิจารณาว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นนี้สามารถสอบวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดได้หรือไม่ มีความเป็นปรนัยคือใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่ายหรือไม่ โดยผู้เชี่ยวชาญใช้ดุลยพินิจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ถ้าสอดคล้องจะให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจจะให้คะแนน 0 คะแนน และถ้าไม่สอดคล้องจะให้คะแนน -1 คะแนน

8) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า  และปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

9) จัดทำแบบทดสอบฉบับร่าง แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจริงในการวิจัย จำนวน 30 – 40 คน

10) วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ว่ามีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดให้หรือไม่

11) หากแบบทดสอบมีข้อใดที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์อาจมีการปรับปรุง หรือตัดทิ้งไป

12) จัดข้อสอบเข้าฉบับและพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

**7. ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ**

ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีประโยชน์มากในการวัดระดับความรู้ของนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากข้อดีของแบบทดสอบนี้ (อานุภาพ เลขะกุล. 2555 : 1) คือ

1. สามารถประเมินความรู้ได้หลายระดับทั้งความจำ (ระดับที่ 1) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (ระดับที่ 2 และ 3)

2. ประเมินเนื้อหาได้ครอบคลุมในระยะเวลาที่เหมาะสม

3. มีการให้คำตอบที่ถูกต้องก่อนการสอบ การให้คะแนนมีความเที่ยงหรือเชื่อถือได้ (reliability) ลดปัญหาการให้คะแนนระหว่างผู้ประเมิน

4. สามารถตรวจข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบได้ง่าย ปัจจุบันสามารถใช้ตรวจและวิเคราะห์ได้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์

5. ไม่ถูกกระทบจากทักษะการเขียนของผู้สอบ

6. การบริหารจัดการสอบทำได้ง่าย จัดสอบกับผู้สอบจำนวนมากได้

7. สามารถเก็บข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าไปคลังข้อสอบ ลดปัญหาการจัดหาข้อสอบในอนาคตได้

**8. ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ**

ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีประโยชน์มากในการวัดระดับความรู้ของนักเรียน แต่ยังมีจุดด้อยซึ่งเห็นได้ (อานุภาพ เลขะกุล. 2555 : 1) ดังนี้

1. ไม่สามารถวัดทักษะในการจัดระบบความคิดหรือการตัดสินใจด้วยตนเอง เนื่องจากมีคำตอบให้เลือก

2. ผู้สอบไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลในการเลือกตอบ

3. จำกัดความคิดของผู้สอบเฉพาะคำตอบที่ให้เลือก

4. แม้ว่าจะวัดความรู้ได้หลายระดับ ข้อสอบมีแนวโน้มที่จะเป็นการวัดความรู้ระดับ “ความจำ” การสร้างข้อสอบเพื่อวัดการแก้ปัญหาหรือความคิดสร้างสรรค์ทำได้ไม่ง่ายนัก

5. การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพต้องอาศัยความตั้งใจความใส่ใจอย่างจริงจัง เสียเวลาและอาศัยความร่วมมือของผู้สร้างข้อสอบ

6. มีโอกาสเดาได้ ถ้าข้อสอบไม่ดี ผู้สอบที่ไม่มีความรู้ อาจทำข้อสอบได้ถูกต้อง

**แบบสอบถาม (Questionnaire)**

แบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เพราะเป็นเครื่องที่ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน ตลอดจนประหยัดแรงงาน ค่าใช้จ่าย และได้ข้อมูลเป็นจำนวนมากกว่าวิธีอื่น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาแนวคิดและหลักการของแบบทดสอบเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. **ความหมายของแบบสอบถาม**

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัย จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 63) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดของข้อคำถามที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนบุคคล

พิตร ทองชั้น (2542 : 221) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวบุคคลด้านต่าง ๆ เช่น ความคิดเห็น ความรู้สึก ท่าที เจตคติ ตลอดจนสติปัญญา โดยให้บุคคลตอบในแบบสอบถามซึ่งอาจเป็นข้อคำถามรูปภาพหรือสัญลักษณ์ก็ได้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 72 ) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในหมู่นักวิจัย ทั้งนี้เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามเป็นวิธีที่สะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง แบบสอบถามส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคำถาม เป็นชุด ๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการจะวัด

พิสณุ ฟองศรี (2549 : 126) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นชุดคำถามเช่นเดียวกับแบบทดสอบ แต่จะใช้การวัดความรู้สึกความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นด้านจิตใจ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2551 : 171) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นชุดของคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น บุคลิกภาพ และความสนใจต่าง ๆ

ไพศาล วรคำ (2554 : 237) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้สอบถามความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือใช้สอบถามพฤติกรรมการปฏิบัติ คุณลักษณะและบุคลิกภาพ โดยให้กลุ่มตัวอย่างเขียนตอบหรือเลือกคำตอบที่จัดไว้ให้

อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 38) ได้ให้ความหมายของแบบสอบถาม ไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaires) หรือแบบวัดคุณลักษณะ (Scale) เป็นชุดของข้อคำถามที่ต้องการเร้าให้ผู้ตอบได้สะท้อนข้อมูลที่ต้องการศึกษา โดยส่วนใหญ่มักนิยมใช้วัดสภาพที่เป็นจริง ความคิดเห็น ความรู้สึกหรือทัศนคติ ความเชื่อต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

สรุปได้ว่า แบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับตัวบุคคลด้านต่าง ๆ โดยมีการสร้างข้อคำถามเพื่อให้ผู้สอบถามเลือกตอบตามประเด็น ตรงตามความเป็นจริง สั้น เข้าใจง่าย กะทัดรัด

**2. ประเภทของแบบสอบถาม**

แบบสอบถามนั้นจำแนกได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก มีเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกที่สำคัญ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2556 : 171 - 172) ได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของคำถาม ดังนี้

1. แบบสอบถามปลายเปิด (Open From) เป็นแบบสอบถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นและใช้คำพูดของตัวเอง คำถามจะถามกว้าง ๆ และเว้นที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งแบบสอบถามปลายเปิดนี้มีส่วนดีคือเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นอย่าง ๆ เต็มที่ แต่มีข้อเสียคือคำตอบจะกระจัดกระจาย ยากต่อการวิเคราะห์และสรุปผล

2. แบบสอบถามปลายปิด (Close From) จะประกอบด้วยข้อคำถามที่กำหนดคำตอบหรือตัวเลือกมาให้ด้วย โดยทั่วไปแบบสอบถามปลายปิดจะมีอยู่ 2 ประเภท

ใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1 แบบคำถามโดด เป็นรูปแบบที่คำถามและคำตอบของแต่ละข้อแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด

2.2 แบบคำตอบร่วม จะใช้คำตอบชุดเดียวกันสำหรับคำถามหลาย ๆ ข้อ โดยแบบสอบถามจะมีคำตอบให้ผู้ตอบพิจารณา พร้อมทั้งมีคำตอบที่แสดงความเข้มของความคิดเห็นในเรื่องนั้น ซึ่งระดับความคิดเห็นจะเป็นเลขคี่ คือ 3, 5, 7, 9 หรือ 11 ระดับก็ได้ แต่ที่นิยมมากที่สุด คือ 3 หรือ 5 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย หรือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด เป็นต้น แบบสอบถามชนิดนี้เรียกว่า มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งส่วนมากจะใช้วัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย แบ่งออกได้ ดังนี้

2.2.1 มาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นมาตราส่วนที่ทำขึ้นโดยใช้รหัสตัวเลขสำหรับประมาณค่าคุณลักษณะต่าง ๆ เลขรหัสนี้ใช้แทนคำบรรยาย เช่น 1 แทน นาน ๆ เกิดครั้ง 2 แทน เกิดเป็นครั้งคราว 3 แทน เกิดบ่อยครั้ง และ 4 แทน เกิดเป็นประจำ

2.2.2 มาตราส่วนประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) เป็นการกำหนดคุณลักษณะของพฤติกรรมไว้ที่เส้นนั้น ๆ ผู้ประเมินจะเขียนเครื่องหมายไว้บนเส้นที่ตรงกับลักษณะที่จะประเมิน

อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 38 - 40) ได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น ประเภทใหญ่ ๆ คือมีแบบสอบถามปลายปิด (Close-ended Form) และมีคำถามแบบปลายเปิด (Open - ended Form) ดังนี้

1. คำถามแบบปลายปิด (Close - ended Form) เป็นแบบสอบถามหรือแบบวัดที่ให้ผู้ตอบเลือกตอบตามตัวเลือกที่กำหนดให้ไว้แล้ว มี 2 ชนิดคือแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale)

2. คำถามแบบปลายเปิด (Open - ended Form) เป็นแบบสอบถามหรือแบบวัดที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบอย่างอิสระตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในข้อคำถามหลักการในการสร้างแบบสอบถามหรือแบบวัดคุณลักษณะ

2.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย การถามนอกเหนือจากวัตถุประสงค์จะเป็นการรบกวนผู้ตอบแบบสอบถามมากเกินไป และยังจะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการวิจัยอีกด้วย

2.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ตอบ

2.3 ใช้ข้อความที่สั้นกะทัดรัด ได้ใจความ

2.4 แต่ละข้อคำถามควรมีนัยเพียงประเด็นเดียว กล่าวคือไม่ใช้ประธานหรือกรรมมากกว่าหนึ่ง

2.5 หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อน

2.6 ไม่ควรใช้คำย่อ

2.7 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่เป็นนามธรรมเกินไป

2.8 ไม่ชี้นำการตอบให้เป็นไปในแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

2.9 หลีกเลี่ยงคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจที่จะตอบ

2.10 คำตอบที่ให้เลือกตอบนั้นจะต้องชัดเจนและครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้

2.11 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่สื่อความหมายได้หลายอย่าง

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบถามปลายเปิด (Open From) เป็นแบบสอบถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นและใช้คำพูดของตัวเอง คำถามจะถามกว้าง ๆ และแบบสอบถามปลายปิด (Close From) จะประกอบด้วย ข้อคำถามที่กำหนดคำตอบหรือตัวเลือกมาให้ด้วย

**3. หลักในการสร้างแบบสอบถาม**

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามตามแนวคิดของ อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 40 - 41 ) ดังนี้

1) ศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2) กำหนดหัวข้อประเด็นและนิยามประเด็นที่ต้องการถาม วัตถุประสงค์

3) รวบรวมข้อคำถาม ข้อความหรือพฤติกรรม/ตัวบ่งชี้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

4) พิจารณาแต่ละข้อคำถามว่ามีความเป็นปรนัยหรือความชัดเจนทางภาษาเหมาะที่จะใช้กับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้ให้ข้อมูลที่จะไปสอบถามหรือไม่

5) กำหนดสเกล หรือคำตอบที่เหมาะสม

6) นำข้อคำถาม/ข้อความ ไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามโดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นตรวจสอบว่า ข้อคำถาม/ข้อความแต่ละข้อ วัดได้ตรงกับประเด็น/ตัวบ่งชี้ที่เราต้องการศึกษา และข้อคำถาม/ข้อความทั้งหมดวัดได้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการศึกษาทั้งหมดหรือยัง ทำเช่นเดียวกับข้อสอบ

7) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า และปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถาม เช่น ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และหาค่าความเชื่อมั่นจะใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจริงในการวิจัย จำนวน 30 – 40 คน

9) ปรับปรุงข้อความ และจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

**4. การหาคุณภาพของแบบสอบถาม**

          แบบสอบถามเป็นเครื่องมือวิจัยที่ใช้มากในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบุคคลโดยเฉพาะความรู้สึกหรือความคิดเห็น (Blaxter, Hughes and Tight, 1996 : 159) ลักษณะสำคัญของแบบสอบถามคือไม่มีคำตอบที่ถือว่าผิด มักสร้างขึ้นเพื่อใช้เฉพาะกรณีหรือเฉพาะเรื่อง  
การตรวจสอบคุณภาพพิจารณาตามความจำเป็น ที่นิยมกันเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น  
          การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม โดยทั่วไปดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ข้อคำถามครอบคลุมครบถ้วนตามทฤษฎีหรือแนวคิดและครบถ้วนตามวัตถุประสงค์หรือปัญหาของการวิจัย (สมคิด. 2538 : 34) บางกรณีอาจมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคการสร้างแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบคำถามและการจัดข้อคำถาม ถ้าเป็นไปได้ควรทำการวิเคราะห์แบบสอบถามเป็นรายข้อ (ปัญญา. 2548 : 42 - 44) ควรมีการทดลองนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปใช้จริงก็จะดียิ่งขึ้น เพราะเป็นการตรวจสอบอีกว่าภาษาที่ใช้ในข้อคำถามนั้นสื่อความหมายได้ตรงกัน

การตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เป็นการหาความสอดคล้องภายในโดยพยายามอธิบายว่าข้อคำถามแต่ละข้อในข้อคำถามชุดหนึ่งนั้นเป็นเรื่องเดียวกันหรือทิศทางเดียวกันในกรณีที่ข้อคำถามเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า นิยมใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา

( ∝ - Coefficient) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (พิตร. 2544 : 225) นอกจากนี้แล้วอาจหาความเชื่อมั่นด้วยการสอบซ้ำก็ได้ (สมคิด. 2538 : 34) ถ้าต้องการแสดงว่าใช้วัดกี่ครั้งก็ให้ผลคงที่

**5. เกณฑ์ในการประเมินแบบสอบถาม**

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถาม ได้มีนักการศึกษาหลายท่านมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามไว้ดังนี้

Likert (1967 : 275) ได้กำหนดเกณฑ์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับ มากที่สุด

Best (1997 : 181 - 182) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อดังนี้

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)ได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนตามค่าเฉลี่ยออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้  
 3.51 - 4.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด/ดีที่สุด  
 2.51 - 3.50 หมายถึง ระดับมาก / ดีมาก  
 1.51 - 2.50 หมายถึง ระดับปานกลาง / ดี  
 1.00 - 1.50 หมายถึง ระดับน้อย / ควรปรับปรุง

ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์ (2539 : 15) ได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายออกเป็น 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

4.21 – 5.00 แปลความว่า มีผลมากที่สุด

3.41 – 4.20 แปลความว่า มีผลมาก

2.61 – 3.40 แปลความว่า มีผลปานกลาง

1.81 – 2.60 แปลความว่า มีผลน้อย

1.00 – 1.80 แปลความว่า มีผลน้อยที่สุด

สรุปได้ว่า เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถามของ Likert ที่ได้กำหนดเกณฑ์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้ ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก และระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**1. งานวิจัยในประเทศ**

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ดังนี้

- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2545 : 1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเภทและลักษณะ ของการอธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ของนิสิตสาขามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2542 ชั้นปีที่ 2 3 และ 4 จำนวน 173 คน โดยมีผลการวิจัยพบว่า นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ตอบแบบวัดความรู้คณิตศาสตร์ได้ในระดับถูกต้องอย่าง สมบูรณ์ เป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ ระดับถูกต้องมากกว่าครึ่งหนึ่งของคำตอบที่สมบูรณ์ ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคำตอบที่สมบูรณ์ และไม่ถูกต้อง ตามลำดับ นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ตอบแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้การอธิบายเชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นจำนวนมากที่สุด นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ตอบแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การอธิบายแบบมี โครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นจำนวนมากที่สุด และนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์มีความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ดังนี้ แหล่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่สำคัญ คือ ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และคู่มือวารสารคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาควรรู้นอกเหนือจากเนื้อหาในหลักสูตร คือ ที่มาของเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา และเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย ปัจจุบันเข้าใจที่มาและเทคนิคการคิดคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่ไม่เคยทราบมาก่อนในอดีต ความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัยช่วยให้พิสูจน์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมได้

จิรรัตน์ จตุรานนท์ (2554 : 747 - 761)ได้ศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์วิชาเอกคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์วิชาเอกคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ค่าความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า

1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำโดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 37.897 และมีความรู้เชิงกระบวนการมากกว่าความรู้เชิงมโนทัศน์ 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 38.020 และมีทักษะการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าทักษะการให้เหตุผลแบบอุปนัย 3) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำโดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 20.342 4) ความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ต่อความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทั้งสี่ด้านโดยเห็นด้วยในด้านการวัดและประเมินผลมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านกระบวนการเรียนการสอนด้านเนื้อหาและด้านสื่อเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตามลำดับ

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2556 : 1) ได้ศึกษาผลของความรู้และความเชื่อของนักศึกษาครูที่มีต่อการฝึกปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความรู้ และความเชื่อในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีต่อการฝึกปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 94 คน เพื่อทดสอบความรู้และความเชื่อในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก่อนที่จะออกไปฝึกปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ นักศึกษาครูในกลุ่มที่ 1 ที่มีความรู้ในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำและมีความเชื่อในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตัคติวิสต์ และ แอบโซลูทิสต์ กลุ่มละ 2 คน โดยใช้การจับสลาก รวมทั้งหมด 8 คน เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา (Case Study) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบประเมินการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบมีโครงสร้าง และแบบสอบถามความเชื่อในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้วิธีการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study Method) และนำเสนอข้อมูลด้วยพรรณนาวิเคราะห์ (Discriptive Analysis) ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษาครูที่มีความรู้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในกลุ่มสูงที่มีความเชื่อตามแนวความคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ร้อยละ 46.80) และแอบโซลูทิสต์ (ร้อยละ 2.13) อยู่ในระดับมากที่สุดและมาก ตามลำดับ สามารถจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เหมาะสมมาก และปานกลาง ตามลำดับ และนักเรียนมีความรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสองกลุ่มและมีความเชื่อในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อยู่ในระดับมากที่สุดและมาก ตามลำดับ ส่วนนักศึกษาครูที่มีความรู้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในกลุ่มต่ำตามแนวความคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ร้อยละ 48.94) และแอบโซลูทิสต์ (ร้อยละ 2.13) อยู่ในระดับมากที่สุดและมาก ตามลำดับ สามารถจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เหมาะสมปานกลางทั้งสองกลุ่ม และนักเรียนกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสองกลุ่มและมีความเชื่อในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อยู่ในระดับมากที่สุดและมากตามลำดับ

- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์

สุดฤทัย ศรีปรีชา (2550 : 82 - 83) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

บางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 1,092 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เชาวน์ปัญญา เจตคติต่อการเรียน การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย การอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขันส่วนตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01คือ ตัวแปรการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียน การอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขัน การอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และเชาวน์ปัญญา

ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย (2552 : 1) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดขอนแก่นความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ เพราะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะคิดปรับปรุง ตกแต่ง ต่อเติมออกแบบหาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาระดับปัจจัยเชิงสาเหตุกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเชิงสาเหตุกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อพัฒนารูปแบบของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 844 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ได้มาโดยการคำนวณจากสูตรการคำนวณที่ทราบจำนวนประชากรและการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ตัวแปรอิสระมีทั้งหมด 5 ตัว ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครู การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบบวัดบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทางแบบพี เอ แอล

แสงจันทร์ วรรณพันธ์ (2552 : 1) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นเพราะการฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบและแก้ปัญหาเป็น ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตได้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น และเพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดล กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียน จำนวน 1,138 คน สุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าความยากตั้งแต่ .21 ถึง .80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ .20 ถึง .36 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .86 ฉบับที่ 2 ประกอบด้วย แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดความตั้งใจเรียน แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู และแบบวัดบรรยากาศในชั้นเรียน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (rXY) ตั้งแต่ .20 ถึง .68 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .71 ถึง .86 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทางแบบพี เอ แอล ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ ความตั้งใจเรียน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และบรรยากาศในชั้นเรียน 2. โมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์  3. โมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 55.00 (R2 = .55) โดยสรุป ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการสอนของครู และบรรยากาศในชั้นเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ผู้เกี่ยวข้องเช่น ครูผู้สอน ผู้ปกครอง และตัวนักเรียนเองควรส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนาปัจจัยดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร

รัตติมา บุญสวน (2553 : 749) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 451 คนโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม 8 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84, .72, .83, .74, .77, .65, .83, และ .87 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และใช้โปรแกรม LISREL ในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างรูปแบบตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การกำหนดเป้าหมายในอนาคต ความเชื่ออำนาจภายในตน การอบรมเลี้ยงดู นิสัยรักการอ่าน และบรรยากาศในชั้นเรียน โมเดลตามสมมติฐานมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และได้ค่าสถิติตามเกณฑ์ที่กำหนด

- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ชวัลรัตน์ ทองช่วย (2553 : 1) ได้ศึกษาการประยุกต์ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการประเมินระดับคุณภาพความรู้สำหรับระบบการจัดการความรู้ในบริบทของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงการนำเอาการหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือหรือฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพความรู้ในระบบการจัดการความรู้ในบริบทของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยที่มีขั้นตอนในการดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การสำรวจและวิเคราะห์เกณฑ์การวัดคุณภาพสารสนเทศ 2) การหาเกณฑ์การวัดคุณภาพความรู้ในระบบการจัดการความรู้ของมหาวิทยาลัยในประเทศไทยจากผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคเดลฟาย 3) ประเมินระดับคุณภาพความรู้ในระบบการจัดการความรู้ด้วยฟัซซีลอจิก และการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผลวิจัยที่ได้จะทำให้ผลการประเมินคุณภาพความรู้ของระบบการจัดการความรู้ของมหาวิทยาลัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นกว่าการประเมินความรู้ด้วยรูปแบบดั้งเดิม

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียน แต่ไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเมื่อพิจารณางานวิจัยเกี่ยวกับหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ จะเห็นว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาการประเมินระดับคุณภาพความรู้สำหรับระบบการจัดการความรู้ในบริบทของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา แต่ยังไม่มีการนำเอาหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือมาใช้กับการวัดผลของวิชาคณิตศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวมา จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศนี้ ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เลย

**2. งานวิจัยต่างประเทศ**

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับการศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ดังนี้

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์

Livy & Vale (2011) ได้ทำการศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับคำถาม อัตราส่วนของนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ผ่านการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่านักศึกษาครูไม่สามารถแปลความหมายของขั้นตอนที่ซับช้อน คำถามอัตราส่วน รวมถึงพบความผิดพลาดในการแปลงค่าใน การวัด ซึ่งสะท้อนให้เห็นการขาดการพัฒนาความรู้ในเรื่องความรู้ทางโครงสร้างของคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และนักศึกษาครูส่วนมากยังขาดความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา

Michael Gr. Voskoglou (2013 : 1 ) ได้ศึกษาการประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนโดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นรูปแบบของการประเมินลักษณะของนักเรียน (ความรู้ในเรื่อง เนื้อหาสาระ ทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อเปรียบเทียบ) เป็นการแสดงตัวแปรของ ฟัซซีสับเซต ในพัฒนาการของประสิทธิภาพของกลุ่มนักเรียนและความเป็นไปได้ของข้อมูลนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณในลักษณะของการศึกษาจะมีความละเอียดมากทั้งเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ซึ่งได้จากวิธีการหาจุดศูนย์ถ่วงและกลุ่มของความไม่แน่นอนที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะเป็นการใช้วิธีการของดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ในการเปลี่ยนค่าเอาต์พุตของฟัซซีที่ตัวเลขมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ขึ้นอยู่กับวิธีการหาจุดศูนย์ถ่วงที่มีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์ถ่วงของกราฟการเป็นฟังก์ชันสมาชิกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพของนักเรียน เทคนิคของการประเมินความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียนและตัวอย่างที่จะแสดงให้เห็นถึงผลงานของเราในทางปฏิบัติจริง

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์

Blackburn (1984 : 3002 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม

และคุณลักษณะของคุณครูกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการรับรู้ของนักเรียน

เกี่ยวกับคุณลักษณะของครู ของนักเรียนในระดับชั้นปีที่ 9 จำนวน 868 คน และครู จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสบการณ์การสอนของครู มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .08 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.57 การสอนของครูโดยให้นักเรียนอ่านออกเสียงในชั้นมีความสัมพันธ์ในทางลบกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .03โดยมีค่าสหพันธ์ -0.67 ตัวแปรที่กำหนดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ดีที่สุดคือ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติต่อการสอนของครู

Endsley (1984 : 107 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ความ

ถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นปีที่ 9 ในโรงเรียนเซอริคริกของรัฐโคโลราโด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหญิงทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนชาย เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Murchan (1992 : 3210 - A) ได้ศึกษาแนวทาง และวิธีการประเมิน แบบพหุในระดับชั้นเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศฝรั่งเศส ข้อมูลการวิจัยกลุ่มตัวอย่างการประมาณค่าของความน่าจะเป็นระดับชาติมีนักเรียนชาวอเมริกัน 4,600 คน และนักเรียนชาวฝรั่งเศส 7,600 คน ถูกใช้ในการประเมินโครงสร้างของห้องเรียน อิทธิพลส่วนประกอบของโครงสร้างและองค์กร ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอายุ 14 ปี ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ การศึกษานี้ใช้วิธีการประมาณค่าโดยวิธี OLS ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ข้อสรุปการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น ในทั้งสองประเทศการทดสอบก่อนเรียนนั้นแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ของสิ้นปีการศึกษา โดยทั่วไปแล้วนักเรียนในสหรัฐอเมริกาที่เรียนอยู่ในห้องเรียนอันประกอบด้วยคนที่มีความสามารถถูกคาดการณ์ว่าจะมีความสามารถที่เหนือกว่าเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ในทางตรงกันข้ามการบรรลุผลโดยเป็นไปตามนโยบายถูกต่อต้านคัดค้านจากนักเรียนกลุ่มน้อย ๆ จำนวนหนึ่งในประเทศฝรั่งเศส พบว่า ผู้ชายได้เปรียบทางการเรียนรู้ โดยขึ้นอยู่กับขนาดของนักเรียน และการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ทั้งก่อนและหลังเรียน และยังพบอีกว่ามีห้องเรียนจำนวนหนึ่งประสบผลสำเร็จอย่างสูงในฝรั่งเศส และยังพบอีกว่าในบรรดานักเรียนกลุ่มนี้ ผลการทดสอบก่อนเรียนมีค่าที่ใกล้เคียงกันเป็นผลให้ครูที่สอนห้องเรียนเหล่านั้นน่าจะเอามาเป็นตัวอย่างที่ดีได้ ซึ่งคาดว่าเป็นสมมติฐานการเรียนรู้ของนักเรียนที่ดีจากข้างต้นนี้ การศึกษาไม่ว่าจะเป็นที่นักเรียน ห้องเรียน และคุณสมบัติของโรงเรียน ได้เข้ามามีบทบาทต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในบางครั้งก็ทำให้เกิดการกระตุ้นตัวครูที่ต้องระวังการถูกไล่ออกและการคุกคามจากนักเรียน

ในบางครั้งก็ไม่ได้กังวลกับปัญหานี้ เช่น แบบจำลองที่ขาดคุณสมบัติการสอนกับความคลาดเคลื่อนในการวัด และการที่ครูจะสอนให้ได้รับประสบการณ์ตรงตามที่มีความสนใจ

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ

Michael Gr. Voskoglou (2012 : 1) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับอาสาสมัคร 35 คน เป็นนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการประยุกต์ ของประเทศกรีซ โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง จากการใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 15 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับกลาง นักศึกษาจำนวน 12 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และนักศึกษาจำนวน 8 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก

Michael Gr. Voskoglou (2012 : 1) ได้ศึกษารูปแบบคลุมเครือสำหรับการแก้ปัญหา เครื่องมือในการวิจัย โดยการเปรียบเทียบรูปแบบการแก้ปัญหาในการทดลอง 2 รูปแบบ คือ รูปแบบคลุมเครือ และรูปแบบสุ่ม ซึ่งมีความสอดคล้องกับขั้นตอนหลักของกระบวนการแก้ปัญหากับเซตคลุมเครือ และชุดภาษา ในพัฒนาการแก้ปัญหาและวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการประยุกต์ ของประเทศกรีซ จำนวน 35 คน โดยให้ทำแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง จากการใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือในการวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 15 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักศึกษาจำนวน 12 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และนักศึกษาจำนวน 8 คน มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสมบูรณ์

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียน และยังมีการนำเอาหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือมาใช้ในการวัดหรือประเมินความรู้ของนักเรียน จะเห็นได้ว่างานวิจัยต่างประเทศได้ให้ความสำคัญในการนำหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือมาช่วยในการจำแนกความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่มีการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจัยเป็นตัวแปรที่สำคัญมากต่อความรู้ของนักเรียน เพราะตัวปัจจัยจะช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่า มีหลายการวิจัยได้นำหลักการทางตรรกศาสตร์มาใช้ในการประเมินการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน แต่สำหรับการวิจัยที่ได้ศึกษาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้น แสดงให้เห็นว่าหลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือสามารถวัดระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่การวิจัยในลักษณะนี้มีอยู่ค่อนข้างน้อย จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ทั้งที่ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีคุณค่าอย่างมากต่อการการเรียนคณิตศาสตร์ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**กรอบแนวคิดในการวิจัย**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภาพดังต่อไปนี้

**ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์**

- เพศ

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- เวลาในการเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์

- เวลาในการอ่านหนังสือวิชาคณิตศาสตร์

- บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

- พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์

- แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

- ความตั้งใจเรียน

- การรับรู้ความสามารถของตนเองในการ เรียนคณิตศาสตร์

**ความรู้ทางคณิตศาสตร์**

**หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือ**

**ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์**

**แผนภาพที่ 6** กรอบแนวคิดงานวิจัย