

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง
3. มโนทัศน์
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์
6. เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
 - 6.1 แบบทดสอบ
 - 6.2 การสัมภาษณ์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ. 2551 : 1-6)

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้

อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบ จำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การ แก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
2. การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการ วัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติ การนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)
4. พีชคณิต แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้ เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลข คณิตและอนุกรมเรขาคณิต
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน
6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

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

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

หมายเหตุ

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบมีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

คุณภาพผู้เรียน

มาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบตัว ประโยคไว้ดังนี้

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน ไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง

4. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

5. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมเส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

6. สามารถนีกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

7. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

8. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

9. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

10. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

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

โครงสร้างของหลักสูตรขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

หลักสูตรขั้นพื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้กำหนดเวลาพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ไว้ชั้นเรียนละ 120 ชั่วโมง/ปี หรือ 3

หน่วยกิต/ปี รวม 3 ชั้นปี ผู้เรียนจะต้องเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน 9 หน่วยกิต ซึ่งโรงเรียน
 หนองชัยวิทยาคมได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา ดังนี้
 ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรชั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
 2554 โรงเรียนหนองชัยวิทยาคม

| กลุ่มสาระ | จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ | | | | | | หมายเหตุ |
|------------------------------------|----------------------|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------------|
| | ม. 1 | | ม. 2 | | ม. 3 | | |
| | พื้นฐาน | เพิ่ม | พื้นฐาน | เพิ่ม | พื้นฐาน | เพิ่ม | |
| 1. ภาษาไทย | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน |
| 2. คณิตศาสตร์ | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1. กิจกรรมแนะแนว |
| 3. วิทยาศาสตร์ | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2. กิจกรรมลูกเสือ |
| 4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม | 4 | - | 4 | - | 4 | - | - เนตรนารี |
| 5. สุขศึกษา พลศึกษา | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3. กิจกรรมชุมนุมทาง วิชาการ |
| 6. ศิลปะ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4. กิจกรรมจริยธรรม |
| 7. การงานอาชีพ และเทคโนโลยี | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | |
| 8. ภาษาต่างประเทศ | 3 | - | 3 | - | 3 | - | |
| 9. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน | 3 | - | 3 | - | 3 | - | |
| รวม | 26 | 4 | 26 | 4 | 26 | 4 | |
| | 30 | | 30 | | 30 | | |

หมายเหตุ 1,200 ชั่วโมง

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

จำนวน 60 ชั่วโมง

รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ/กระบวนการเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวนจริง และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของการยกกำลังการหารากของจำนวนจริงและระบุนรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

เส้นขนาน เข้าใจคุณสมบัติของเส้นขนานและมุมภายใน เส้นขนานและมุมแย้ง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยมในการหาขนาดของมุมแต่ละมุมพร้อมกับการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

โดยใช้ความรู้ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความใฝ่เรียนรู้ ความมุ่งมั่นในการทำงาน รู้สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีวิจารณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเองและใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

โครงสร้างรายวิชา

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ก22102 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

| ลำดับ ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด | สาระสำคัญ | เวลา (ชั่วโมง) | น้ำหนัก คะแนน | |
|-----------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|--|
| 1 | ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | ค 3.2 ม 2/1 | -สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก | 3 | 3 | |
| | | ค 3.2 ม 2/2 | - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | 5 | 6 | |
| | | ค 3.2 ม 2/3 | - บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส | 5 | 6 | |
| | | | รวม | 13 | 15 | |
| 2 | ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับจำนวนจริง | ค 1.1 ม 2/1 | - จำนวนตรรกยะ | 3 | 3 | |
| | | ค 1.1 ม 2/2 | - จำนวนอตรรกยะ | 4 | 3 | |
| | | ค 1.1 ม 2/3 | - รากที่สอง | 4 | 4 | |
| | | ค 1.1 ม 2/4 | - รากที่สาม | 5 | 5 | |
| | | ค 1.2 ม 2/1 | | | | |
| | | ค 1.2 ม 2/2 | | | | |
| | | ค 1.2 ม 2/3 | รวม | 16 | 15 | |
| 3 | สอบกลางภาค | | | 1 | 20 | |
| 4 | การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว | ค 4.2 ม 2/1 | - ทบทวนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว | 7 | 5 | |
| | | ค 4.2 ม 2/2 | | | | |
| | | ค 4.2 ม 2/5 | - การนำไปใช้ | 7 | 8 | |
| | | ค 4.2 ม 2/6 | รวม | 14 | 13 | |
| 5 | เส้นขนาน | ค 3.2 ม 2/3 | - เส้นขนานและมุมภายใน | 3 | 4 | |
| | | ค 3.2 ม 2/4 | - เส้นขนานและมุมแย้ง | 4 | 4 | |
| | | ค 4.2 ม 2/2 | - เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน | 5 | 5 | |
| | | | - เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม | 3 | 4 | |
| | | | รวม | 15 | 17 | |
| สอบปลายภาค | | | | 1 | 20 | |
| รวมตลอดภาคเรียน | | | | 60 | 100 | |

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้น จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่งเพราะคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิต และการศึกษาต่อ อีกทั้งยังช่วยในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ต้องกำหนดสาระและมาตรฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการตามศักยภาพทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีการกำหนดคุณภาพผู้เรียนลงไปด้วยว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือการศึกษาภาคบังคับแล้วนักเรียนต้องมีสมรรถเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต นั่นคือ ในการจัดโครงสร้างเวลาเรียนสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนห้องชัยวิทยาคมได้จัดเวลาเรียนไว้ ดังนี้คือ ผู้เรียนจะต้องเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน 9 หน่วยกิต เวลา 120 ชั่วโมง/ปี หรือ 3 หน่วยกิต/ปี รวม 3 ชั้นปี ซึ่งโรงเรียนห้องชัยวิทยาคมได้มีกำหนดโครงสร้างหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชาไว้ชัดเจน

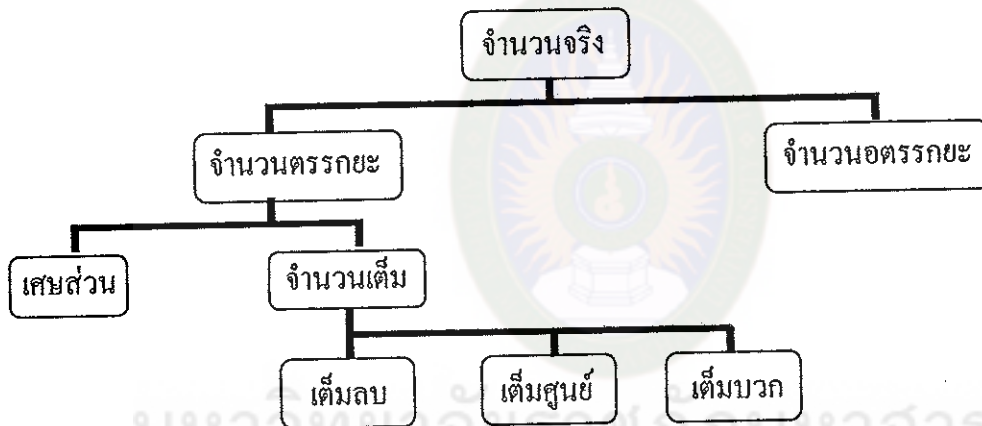
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

เนื่องจากว่าจำนวนจริงอยู่ในสาระที่ 1 คือ จำนวนและการดำเนินการ และเรื่องจำนวนจริงนี้ยังอยู่ในหัวข้อที่ 1 ของคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาภาคบังคับ ผู้เรียนต้องมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นถ้าสาระที่ 1 ผู้เรียนไม่เข้าใจแล้วจะไม่สามารถเชื่อมต่อสาระต่อไปได้ นั่นคือเราจะเห็นว่าในสมัยโบราณนั้นยังไม่มีการใช้ตัวเลขเกิดขึ้น แต่คนในสมัยนั้นสามารถที่จะนับจำนวนสัตว์เล็กได้ด้วยการแทนก้อนหินหนึ่งก้อนเท่ากับจำนวนสัตว์หนึ่งตัว นั่นหมายถึงว่า ปริมาณของก้อนหินของพวกเขาก็ต้องมีปริมาณเท่ากันทุกวัน ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าทึ่ง ดังนั้นเราจึงเห็นว่ามนุษย์มีการคิดเรื่องจำนวนมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ และจำนวนที่มนุษย์คิดขึ้นได้เป็นครั้งแรกนั้นก็ คือ จำนวนนับ เช่น 1,2,3,4,5... เป็นต้น มนุษย์ใช้ระบบจำนวนในการบอกค่าของ

ปริมาณต่าง ๆ เช่น ใช้จำนวนนับในการบอกว่ามีคนอยู่ในห้องกี่คน และจำนวนนับดังกล่าวนี้เป็นส่วนหนึ่งของจำนวนจริง หรือ ใช้จำนวนจริงในการวัดความสูงของคน เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาคุณสมบัติของระบบจำนวน หรือ การนำไปใช้งานของระบบจำนวน จึงมีความสำคัญมากทั้งในด้านเป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์ชั้นสูง หรือ การนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ดังนั้นในชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าทั้งทางการเรียน การงาน หรือกระทั่งการดำเนินชีวิตส่วนใหญ่แล้วจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนจริง

จำนวนจริง (Real number)

จำนวนจริง เป็นจำนวนที่เราสามารถเขียนแทนได้ด้วยจุดบนเส้นจำนวนและเราสามารถเขียนเป็นแผนผังแสดงระบบจำนวนจริงได้ดังนี้



แผนภาพที่ 1 องค์ประกอบที่สำคัญของจำนวนจริง

จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนจริงข้างต้น จะพบว่า ระบบจำนวนจริง ประกอบไปด้วย จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ ดังต่อไปนี้

จำนวนตรรกยะ

จำนวนตรรกยะ หมายถึง จำนวนที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้ ตัวอย่าง เช่น

$$\frac{1}{2} \quad \text{เขียนแทนด้วย } 0.5000\dots$$

$$\frac{4}{2} \quad \text{เขียนแทนด้วย } 2.000\dots$$

$$\frac{1}{7} \quad \text{เขียนแทนด้วย } 0.1\overline{42857}$$

$\frac{1}{3}$ เขียนแทนด้วย $0.333... = 0.3\dot{}$

ศุภเลิศ เจนชัยจิตรวนิช (2552 : 30 – 33) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสอน จำนวน
 ตรรกยะ สรุปได้ดังนี้ จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ
 a, b เป็นจำนวนเต็มที $b \neq 0$ จำนวนเต็มทุกจำนวนถือว่าเป็นจำนวนตรรกยะ เพราะสามารถ
 เขียนในรูปเศษส่วนได้โดยส่วนมีค่าเป็นหนึ่ง ทศนิยมซ้ำก็จัดเป็นจำนวนตรรกยะเช่นกัน เช่น
 $\frac{3}{5}, \frac{7}{8}, 0.00235, 3.8\dot{}, 2.35\dot{}$ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 จงเปลี่ยนจำนวน $0.5923\dot{}$ ให้เป็นเศษส่วน

วิธีทำ ให้ $A = 0.5923\dot{}$

ฉะนั้น $A = 0.5923923....$ _____ ①

① $\times 10$ ได้ $10A = 5.923923....$ _____ ②

① $\times 1000$ ได้ $1000A = 5923.923....$ _____ ③

③ - ②

$$9990A = 5918$$

$$A = \frac{5918}{9990}$$

$$\therefore 0.5923\dot{} = \frac{5918}{9990}$$

*** การเปลี่ยนทศนิยมซ้ำเป็นเศษส่วนมีวิธีง่าย ๆ คือ จำนวนที่ไม่รู้จบจะมี
 ส่วนเป็น 9 ส่วนจำนวนรู้จบจะมีส่วนเป็น 0 และเมื่อทำเศษส่วนแล้วต้องนำส่วนที่รู้จบมาลบ
 เศษออกด้วย

ตัวอย่างที่ 2 $0.54\dot{}$ = $\frac{54}{99}$

วิธีทำ $0.37\dot{2}$ = $\frac{372 - 3}{990}$

$$= \frac{369}{990}$$

$$= \frac{41}{110}$$

$0.141\dot{3}$ = $\frac{1413 - 14}{9900}$

$$= \frac{1399}{9900}$$

จำนวนตรรกยะยังสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

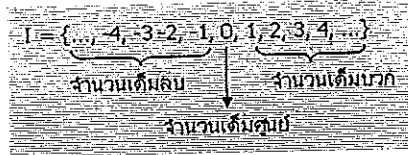
1. จำนวนตรรกยะที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม หมายถึง จำนวนที่สามารถเขียนให้

อยู่ในรูปเศษส่วนหรือทศนิยมซ้ำได้ แต่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ตัวอย่างเช่น

2. จำนวนเต็ม หมายถึง จำนวนที่เป็นสมาชิกของเซต $I = \{\dots, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, \dots\}$ เมื่อกำหนดให้ I เป็นเซตของจำนวนเต็ม

ระบบจำนวนเต็ม

จำนวนเต็มยังสามารถแบ่งได้อีกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน



2.1 จำนวนเต็มลบ หมายถึง จำนวนที่เป็นสมาชิกของเซต I^- โดยที่

$I^- = \{\dots, -4, -3, -2, -1\}$ เมื่อ I^- เป็นเซตของจำนวนเต็มลบ

2.2 จำนวนเต็มศูนย์ (0)

2.3 จำนวนเต็มบวก หมายถึง จำนวนที่เป็นสมาชิกของเซต I^+ โดยที่

$I^+ = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$ เมื่อ I^+ เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

จำนวนเต็มบวก เรียกได้อีกอย่างว่า จำนวนนับ ซึ่งเขียนแทนเซตของจำนวนนับได้ด้วยสัญลักษณ์ N โดยที่ $N = I^+ = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$

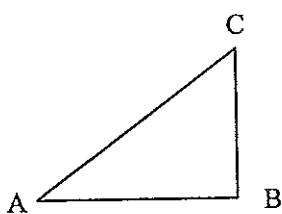
จำนวนอตรรกยะ

จำนวนอตรรกยะ หมายถึง จำนวนที่ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม หรือทศนิยมซ้ำได้ ตัวอย่าง เช่น $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, $-\sqrt{2}$, $-\sqrt{3}$, $-\sqrt{5}$, $0.37865321269\dots$ หรือ π ซึ่งมีค่า $3.14159265\dots$

ตัวอย่างที่ 3 จงแสดงวิธีหาค่า $\sqrt{2}$

วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส กำหนดให้ ABC เป็น \triangle มุมฉาก

มีมุม B เป็นมุมฉาก และด้าน $AB = BC$



$\triangle ABC$ มีมุม B เป็นมุมฉาก

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

$$\text{ถ้า } AB = 1, BC = 1$$

$$\text{จะได้ } (AC)^2 = 1^2 + 1^2$$

$$= 2$$

$$AC = \sqrt{2}$$

สรุปได้ว่า ไม่มีจำนวนนับใดที่ยกกำลังสองแล้วได้ 2 เพราะว่า $\sqrt{2}$ ไม่ใช่จำนวนตรรกยะ โดยที่เราไม่สามารถหาเศษส่วนใดมาแทนได้เลย

จากที่กล่าวมาจะได้ว่าความรู้เรื่องจำนวนตรรกยะ หรือ จำนวนอตรรกยะ จะทำให้เราจำแนกแยกแยะ จำนวนได้ถูกต้อง และจะเป็นประโยชน์ในการแก้สมการ ยกตัวอย่างเช่น จงหาผลเฉลยที่เป็นจำนวนตรรกยะของสมการ $x^2 - 2 = 0$ ซึ่ง คำตอบคือ ไม่มีผลเฉลยที่เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะ $x = \pm\sqrt{2}$ ไม่ได้เป็นจำนวนตรรกยะ

รากที่สอง

นิยาม ให้ a แทนจำนวนจริงบวกใด ๆ หรือศูนย์ รากที่สองของ a คือ จำนวนจริงที่ยกกำลังสองแล้วได้ a ใช้สัญลักษณ์ \sqrt{a} แทนรากที่สองของ a โดยรากที่สองของจำนวนจริงบวก จะเป็นจำนวนตรรกยะหรือ อตรรกยะอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

คุณสมบัติของรากที่สองของจำนวนจริง

ถ้า a เป็นจริงใด ๆ แล้ว $\sqrt{a^2} = |a|$

เมื่อ $|a|$ แทนค่าสัมบูรณ์ของ a

ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าของจำนวนต่อไปนี้

$$1) \quad -\sqrt{(-7)^2} = -|-7| \\ = -7$$

$$2) \quad -\sqrt{x^4 y^6} = \sqrt{(x^2 y^3)^2} \\ = |x^2 y^3| \\ = x^2 y^3$$

คุณสมบัติของ \sqrt{a} เมื่อ $a > 0$

1. คุณสมบัติการสลับที่

$$\sqrt{a} + \sqrt{b} = \sqrt{b} + \sqrt{a}$$

$$\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{b} \times \sqrt{a}$$

2. คุณสมบัติการสลับที่

$$\sqrt{a} + (\sqrt{b} + \sqrt{c}) = (\sqrt{a} + \sqrt{b}) + \sqrt{c}$$

$$\sqrt{a} \cdot (\sqrt{b} \cdot \sqrt{c}) = (\sqrt{a} \cdot \sqrt{b}) \cdot \sqrt{c}$$

3. คุณสมบัติการกระจาย

$$\sqrt{a}(\sqrt{b} + \sqrt{c}) = \sqrt{a}\sqrt{b} + \sqrt{a}\sqrt{c}$$

$$4. \quad \sqrt{ab} = \sqrt{a} \times \sqrt{b} \quad \text{เมื่อ } a \geq 0 \text{ และ } b \geq 0$$

$$5. \quad \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

การหารากที่สอง

1. การหารากที่สองโดยการแยกตัวประกอบ ใช้ในกรณีที่สามารแยกตัวประกอบได้

ตัวอย่างที่ 4 จงหารากที่สองของ 169,000

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \sqrt{169000} &= \sqrt{13 \times 13 \times 10 \times 10} \\ &= \sqrt{(13)^2 \times (10)^2} \\ &= 13 \times 10 \end{aligned}$$

2. การหาโดยวิธีเฉลี่ย ใช้ในกรณีที่สามารแยกตัวประกอบได้ เป็นการหาค่าโดยประมาณ มีการกระทำดังนี้

ขั้นที่ 1 หาจำนวนเต็มบวกสองจำนวนเรียงกันที่กำลังสองของจำนวนเต็มทั้งคู่มากกว่าและน้อยกว่ากำลังสองของจำนวนที่ต้องการหารากที่สอง

ขั้นที่ 2 นำจำนวนเต็มทั้งสองที่หาได้ในขั้นที่ 1 มาหาค่าเฉลี่ย

ขั้นที่ 3 นำค่าเฉลี่ยจากขั้นที่ 2 ไปหารจำนวนที่ต้องการหารากที่สอง

แล้วตั้งสมการ

ขั้นที่ 4 นำจำนวนทั้งสองที่หาได้จากขั้นที่ 3 มาหาค่าเฉลี่ยอีก

ตัวอย่างที่ 5 จงหาค่าของ $\sqrt{117}$ ในรูปทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

$$\text{วิธีทำ } 10^2 < (\sqrt{117})^2 < 11^2 \quad 1) \text{ ขั้นที่ 1}$$

$$\frac{10+11}{2} = 10.5 \quad 2) \text{ ขั้นที่ 2}$$

$$\frac{117}{10.5} = 11.14 \quad 3) \text{ ขั้นที่ 3}$$

$$\therefore 10.81 < \sqrt{117} < 10.82$$

$$\therefore \text{ค่าประมาณของ } \sqrt{117} \text{ คือ}$$

$$\frac{10.82+10.82}{2} = 10.815$$

3. การหาโดยวิธีหาร มีวิธีดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งจำนวนเลขออกเป็น คาบละ 2 ตัว

1. ถ้าเป็นจำนวนเต็มให้นับจากทางขวามือไปทางซ้ายมือ
เช่น 35789 แบ่งเป็น 3' 57' 89
2. ถ้าเป็นเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมให้นับจากทางซ้ายมือไปหา
ขวามือ เช่น 0.38721 แบ่งเป็น 0.38' 72' 1

ขั้นที่ 2 ทำการหารากที่สอง

1. หาเลข 2 ตัวที่เท่ากันมาคูณกันจะต้องได้ผลลัพธ์เท่ากันหรือน้อยกว่า และจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับเลขคาบแรก
2. เอา 2 คูณผลลัพธ์ นำมาเป็นตัวตั้งของตัวหารครั้งต่อไปโดยหาเลข 0 ถึง 9 มาต่อท้ายเลขผลลัพธ์ จากนั้นเอาเลขต่อท้ายมาคูณโดยไม่ให้ผลลัพธ์เกิน
3. ชักเลข 2 หลักถัดไปลงมา และทำเช่นเดียวกับข้อ ข) ทำเรื่อย ๆ จนเสร็จ

ตัวอย่างที่ 6 จงหารากที่สองของ 190.44

$$\text{วิธีทำ } 1 \overline{)190.44}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \textcircled{3} 90 \\ \underline{69} \\ 26 \textcircled{8} 2144 \\ \underline{2144} \end{array}$$

1. แบ่ง 190.44 เป็น 1, 90.44
2. หาจำนวนเต็มคูณกับตัวเองไม่ให้เกิน 1
3. ลบกันหมด ชัก 90 ลงมาเป็น 90
4. เอา 2 คูณ 1=2 หาเลขมาต่อท้ายเติมใน $\textcircled{}$ แล้วเอาเลขที่ต่อท้ายคูณจำนวนนั้น
5. เลขที่ต่อท้าย 0 คือ 3 เติมลงไปเป็น 23 แล้วเอา 3 คูณ $23 \times 3 = 69$
6. ลบกันเหลือ 21 ชัก 44 ลงมาเป็น 2144
7. เอา 2 คูณผลลัพธ์ $13 = 26$ หาเลขมาต่อท้ายเติมในช่อง $\textcircled{}$ แล้วเอาเลขต่อท้ายมาคูณ

8. เลขต่อท้ายคือ 8 เติมไปเป็น 268 แล้วเอา

$$8 \text{ คูณ} = 268 \times 8 = 2144$$

ตัวอย่างที่ 7 จงหารากที่สองของ 975.9376 โดยการตั้งหาร

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 31.2400 \\ 3 \overline{)975.9376} \\ \underline{6} \\ 37 \\ \underline{61} \\ 1493 \\ \underline{1244} \\ 24976 \\ \underline{24976} \\ 0 \end{array}$$

ดังนั้น รากที่สองของ 975.9376 คือ 31.24 และ -31.24

4. หาโดยใช้ตาราง

โดยการเปิดตารางค่าในหนังสือแบบเรียน

ตัวอย่างที่ 8 $\sqrt{1,681}$ หาค่าได้เท่ากับ 41

วิธีทำ $\sqrt{1,681}$ หาค่าได้เท่ากับ 72

| n | n ² | n ³ |
|----|----------------|----------------|
| 41 | 1,681 | 68,921 |
| 72 | 5,184 | 373,248 |

จากที่กล่าวมาข้างต้นการหารากที่สอง คือ การหาจำนวนจริงที่ยกกำลังสองแล้วได้จำนวนนั้น หรือการคูณกันสองครั้ง แล้วได้จำนวนนั้น หรือตัวมันเองคูณตัวมันเองแล้วได้จำนวนนั้น ซึ่งคำตอบจะมี 2 ค่า คือ ค่าที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบ

รากที่สาม

นิยาม ให้ a แทนจำนวนใด ๆ รากที่สามของ a คือ จำนวนจริงที่ยกกำลังสามแล้วได้ a เขียนแทนด้วย $\sqrt[3]{a}$

ตัวอย่างที่ 9 จงหาค่าของ $\sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{64} - \sqrt[3]{125}$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{64} - \sqrt[3]{125} &= \sqrt[3]{3^3} + \sqrt[3]{4^3} - \sqrt[3]{5^3} \\ &= 3 + 4 - 5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 10 จงหาค่าของ $\sqrt[3]{-64x^3y^{12}z^{15}}$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \sqrt[3]{-64x^3y^{12}z^{15}} &= \sqrt[3]{(-4)^3x^3(y^4)^3(z^5)^3} \\ &= \sqrt[3]{(-4xy^4z^5)^3} \\ &= -4xy^4z^5 \end{aligned}$$

กล่าวโดยสรุปแล้วการหารากที่สาม คือ การหาจำนวนจริงที่ยกกำลังสามแล้วได้จำนวนนั้น หรือการคูณกันสามครั้ง แล้วได้จำนวนนั้น หรือตัวมันเองคูณกันสามครั้งแล้วได้จำนวนนั้น ซึ่งคำตอบจะมีค่าเดียว คือ ค่าที่เป็นบวกหรือลบอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเกี่ยวกับจำนวนจริงได้ว่า จำนวนจริงประกอบด้วยจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ ซึ่งสามารถเขียนแทนได้ด้วยจุดบนเส้นจำนวน

มโนทัศน์

มโนทัศน์เป็นภาพรวมขององค์ความรู้ที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน การที่เราจะสร้างมโนทัศน์ใด ๆ นั้น จะต้องมีการรับรู้สิ่งต่าง ๆ อาจจะเป็นประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม บวกกับการแสวงหาความรู้ใหม่ นำมาผสมผสานกัน ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเอง ดังนั้นมโนทัศน์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งที่เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความหมายของมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จึงขอทำความเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ ในเบื้องต้นก่อนดังนี้

ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า Concept มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1959 : 184) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มของสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน มโนทัศน์ไม่ใช่เหตุการณ์ในตัวมันเอง แต่เป็นมโนทัศน์ในกลุ่มเร้า เหตุการณ์หรือลักษณะจำเพาะที่แน่นอน ดังนั้น มโนทัศน์จึงเป็นความเข้าใจและความคิดขั้นสุดท้ายของคนหนึ่ง ๆ ที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ความคิดและความเข้าใจนั้นเป็นนามธรรมและเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องนั้นในระยะหนึ่งหรือตลอดไปก็ได้

กู๊ด (Good. 1973 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ใน Dictionary of Education ไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบหรือลักษณะร่วมกันที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มหรือพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสภาพการ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความรู้ที่นึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

มาร์โตเรลลา; และคูเปอร์ (Martorella; & Cooper. 1986 33 : 186) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ไว้ สองความหมายในเวลาเดียวกันว่า

1. มโนทัศน์เป็นลำดับขั้นของประสบการณ์ที่เป็นระเบียบ
2. มโนทัศน์เป็นข่ายงานของความเกี่ยวพันทางปัญญาที่นำมาจัดลำดับชั้นหรือจัดประเภท ซึ่งไม่เพียงแต่จะจำแนกวัตถุเหตุการณ์ที่เราประสบ ถึงแม้เราจะเผชิญกับสิ่งใหม่ ๆ หรือประสบการณ์เก่า ๆ เราจะนำความคิดรวบยอดทั้งเก่าและใหม่มาประสานสัมพันธ์ในการแก้ปัญหา

เอกเกน และ คอซาค (Eggen; & Kauchak. 1992 : 368) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นการจัดลำดับขั้นกลุ่มของวัตถุเหตุการณ์หรือความคิด”

สุริยา รัตนพลที (2545 : 9) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ หลาย ๆ แบบแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันและสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้”

พรพิมล ยังฉิม (2546 : 9) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่เข้าใจลักษณะร่วมกัน สามารถจำแนกหรือสรุปรวมเป็นกลุ่มหรือเป็นพวกได้ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

บุญยงษ์ กุลเพชร (2552 : 8) ได้ให้ความหมาย มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ความคิดที่ได้รับจากประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วสามารถสรุปและแยกประเภท

ความสัมพันธ์ของเรื่องต่างๆเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่ได้ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับนั้นไปใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ที่ได้มาจากประสบการณ์ และสามารถสรุปเป็นความเข้าใจ โดยสามารถจำแนกความสัมพันธ์เหล่านั้นออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้อย่างถูกต้อง

ประเภทของมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของประเภทมโนทัศน์ไว้หลายทัศนะดังนี้ Bruner (Bruner, 1957 : 41-43) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concept) เป็นมโนมติที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ เรียนรู้ได้ง่าย มีคุณลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เช่น สุนัขแม่จะมีหลายเผ่าพันธุ์ แต่ก็มีคุณลักษณะหลายอย่างร่วมกันอยู่ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าเป็นสุนัข มโนมติประเภทนี้คนเรียนรู้ได้ง่าย

2. มโนมติแยกลักษณะ (Disjunctive Concept) เป็นมโนมติที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนวัตถุสิ่งของ เรื่องราวแต่ละอย่างภายในกลุ่ม เช่น จัดสัตว์สี่เท้าเข้าด้วยกันเพราะเราแยกลักษณะตามจำนวนเท้า ทั้ง ๆ ที่เป็นสัตว์ต่างชนิดกัน

3. มโนมติเชิงสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นมโนมติที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาลักษณะหรือคุณค่า มโนมติประเภทนี้หากมองไม่เห็นส่วนที่สัมพันธ์กันแล้วจะทำให้การเรียนรู้ยากขึ้นตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านที่จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งพอสรุปออกเป็น 3 ประเภท ได้ดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concept) หมายถึง มโนทัศน์เกิดจากการมีส่วนร่วมของลักษณะเฉพาะ ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น สมุทติเขียว ดอกไม้สีแดง สุนัขขนยาวสีขาว หรือ สิ่งเร้าที่เราพบเห็นโดยทั่วไปมีลักษณะร่วมกันได้แก่ รูปร่าง ขนาด สี เป็นต้น มโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เรารู้จักในชีวิตประจำวัน มักเป็นมโนทัศน์แบบร่วมลักษณะ

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เป็นโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างรวมกัน เช่น คำว่า “กา” อาจเป็นนกหรือกาดม่น้ำ หรือ เครื่องหมายกากบาท สัญลักษณ์ “0” อาจเป็นจำนวนศูนย์ (Zero) วงกลม ตัวโอในภาษาอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่งก็ได้

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relational Concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ สถานะหรือสิ่งเร้า ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น การทำไม้จืดไฟไปสัมพันธ์กับบุหรื หรือภายในเงินได้ไปสัมพันธ์กับรายได้

สุวัตนา อุทัยรัตน์ (2545 : 33) ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้ 2 ประเภท โดยมโนทัศน์ประเภทที่ 1 เป็นมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งมีทั้งนามธรรมและรูปธรรม เช่น ทะเล ลม พืช สัตว์ เป็นต้น และมโนทัศน์ประเภทที่ 2 เป็นมโนทัศน์ที่มนุษย์กำหนดหรือประดิษฐ์ขึ้น เช่น ความดี ความชั่ว ความสวย ไต้อะ แก้อี้ เป็นต้น ซึ่งมโนทัศน์ทั้ง 2 ประเภทที่กล่าวมานี้จำเป็นต้องมีความหมายที่ถูกต้องตรงกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของมโนทัศน์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ มโนทัศน์ที่เกิดจากนามธรรมในจิตใจ และรูปธรรมทั่วไป มโนทัศน์ที่เกิดจากการแยกประเภท คือ มีลักษณะร่วมกัน แยกกัน และสัมพันธ์กัน และมโนทัศน์ในรูปของการกระทำ คือ การเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้หลายทัศนะดังนี้

โดโนแวนและเจอร์ราลด์ (Donovan and Gerald. 1972 : 168) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดของบุคคลซึ่งเป็นนามธรรมเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยสามารถบอกลักษณะร่วมและลักษณะที่แตกต่างกันของมโนทัศน์ เช่น มโนทัศน์ (สาม) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมที่แทนความหมายของสิ่งของสามสิ่ง

คูนี และ เฮนเคอซอน (Cooney and Henderson. 1975 : 85) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น เช่น การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน คือ นักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้

เอกเกน และ คอซาค (Eggen and Kauchak. 1992 : 108) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากันและเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

โทมาซีส (Toumasis. 1995 : 98) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดครั้งสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์ได้

ชวาท และ เฮสโกวิท (Schwarz and Hershkowitz. 1999 : 363) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจของบุคคลที่เป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ มโนทัศน์ ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นบทนิยามทางคณิตศาสตร์

สุริยา รัตนพลที (2545 : 13) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายซึ่งเป็นการสรุปกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งมีอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

พรพิมล ชังฉิม (2546 : 10) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อสรุปที่ได้รับจากประสบการณ์ ซึ่งข้อสรุปนี้นำไปสู่ความสามารถในการจำแนก หรือจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ และนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์

บุญยงกุล กุลเพชร (2552 : 9) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ อันเกิดจากการที่ผู้เรียนได้รับ ประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วสามารถสรุปและแยกประเภทความสัมพันธ์ของเรื่องต่าง ๆ เหล่านั้น เป็น กฎ นิยาม หรือ คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับนั้นไปใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความรู้ และความเข้าใจทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งมีอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน แล้วสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของกฎ นิยาม หรือคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับนั้นไปใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูควรทำความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพราะทั้งสององค์ประกอบนี้ต่างก็มีบทบาทที่สำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนั้น ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน และพัฒนาระบบการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ จึงได้มีการศึกษาความหมายของคำว่า

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้อง จากนักการศึกษาทั้งหลายดังต่อไปนี้
 ไซ และ อัง (Chai and Ang, 1987 : 189 - 198) ได้กล่าวถึง เกี่ยวกับการพัฒนา
 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะทำให้การ
 พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและการศึกษาความคลาดเคลื่อนจะทำให้
 สามารถจัดหาข้อมูลซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิดของเด็กเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
 กระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ข้อมูลเหล่านี้มีความหมายมากในการพัฒนามโนทัศน์ทาง
 คณิตศาสตร์ซึ่งจะต้องมีการแนะแนวทางในการช่วยให้นักเรียนหลีกเลี่ยงปัญหาและสามารถ
 อธิบายได้ว่า เพราะสาเหตุใดนักเรียนจึงไม่มีการพัฒนาด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง
 นักวิจัยยืนยันว่า เมื่อความคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้แสดงออกมาทำให้เห็นว่าการเรียนรู้
 กำลังจะเริ่มขึ้น

ค็อค เบริน และลิตเติล (Cockburn & Littler, 2010 : 6 – 10) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่
 คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการใช้สูตร กฎ ผิด สรุปลเกินหรือน้อยกว่าความเป็นจริง การแปล
 ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผิดหรือเข้าใจสิ่งที่นักเรียนไม่ชัดเจน

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544 : 3) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการหามโนทัศน์ที่
 คลาดเคลื่อนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ครูผู้สอนมัก
 ประสบปัญหาเรื่อง นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมีสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียน ซึ่ง
 ถ้ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นไม่ได้รับการแก้ไขก็จะส่งผลกระทบต่อความล้มเหลวในการเรียนเนื้อหา
 นั้น ๆ และเนื้อหาที่ต่อเนื่องต่อไปด้วย ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องหาวิธีการอันใดที่
 จะทำให้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่าง ๆ ของนักเรียนลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการ
 ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สุวรรณ เอี่ยมอรพรรณ (2545 : 9) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็น
 ลักษณะเป็นนามธรรม จึงมีความเข้าใจผิดได้ง่าย

จากการศึกษาความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า
 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การเข้าใจผิดในการตีความทางคณิตศาสตร์
 ซึ่งเกิดจากการใช้สูตร กฎ ผิด สรุปลเกินหรือน้อยกว่าความเป็นจริง แล้วแปลผลทาง
 คณิตศาสตร์ออกมาผิดหรือไม่ชัดเจนเกิดขึ้น

สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตามแนวคิดของไซมอน และ มาร์ก, ฟิชเชอร์, ฮอลลูมและเฮสทินส์, โพน์;
 และ เวสท์ (Simson and Marek, 1988 ; Fisher, 1985 ; Halloum and Hestenes, 1985 ;

Pines and west. 1983) สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ดังนี้

1. เกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจมโนทัศน์นั้นอย่างดีพอ
2. เกิดจากการเรียนรู้จากการอธิบายที่เป็นนามธรรม ทำให้ต้องใช้จินตนาการจนอาจเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้
3. เกิดจากการแปลความหมายเกี่ยวกับประสบการณ์ในธรรมชาติตามความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต

โอสบอร์น และ ฟรีเบิร์ก (Osborne & Freyberg, 1985 : 27) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้ผลสรุปว่ามโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวผู้เรียนจะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้ผู้เรียนมีเหตุผลให้มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นซึ่งมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักจะเข้าใจคลาดเคลื่อนจากที่ต้องการ ได้แก่

1. มโนทัศน์ที่ได้จากคำบรรยาย
2. มโนทัศน์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์
3. มโนทัศน์ที่เกิดจากการทำกิจกรรม
4. มโนทัศน์ที่ได้จากการสรุปความรู้ต่าง ๆ

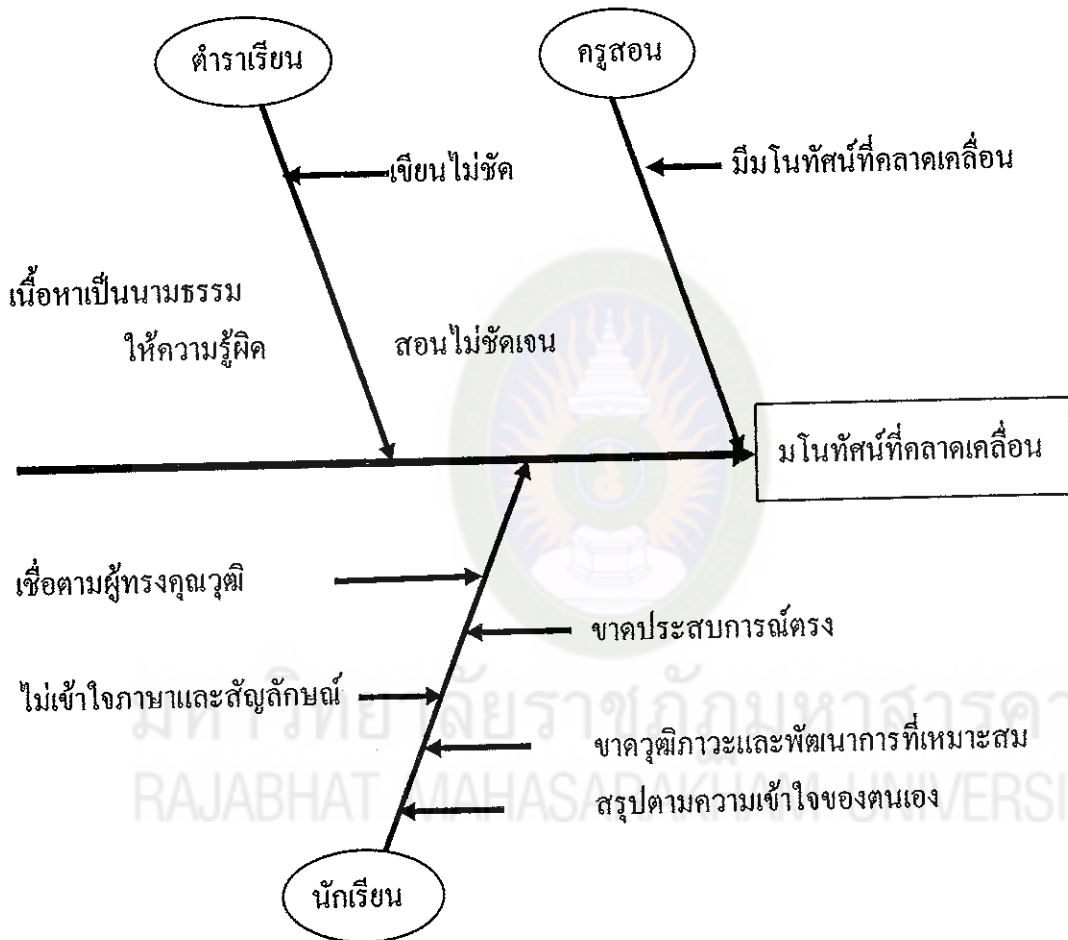
ซิมซอน และ มาร์ค (Simson & Marek, 1988 : 362) ได้กล่าวถึง สาเหตุการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า (ประสบการณ์ในโรงเรียนไม่ใช่สาเหตุเดียวที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจผิด แต่อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ยังไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ ดีพอด้วย จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจผิดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์)

สุชา จันทน์เอม (2533 : 30) ได้กล่าวถึง วัยรุ่นว่าเป็นวัยที่มีอารมณ์เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความต้องการ ตลอดจนความปรารถนาต่าง ๆ เป็นไปอย่างรุนแรงปราศจากความยั้งคิด ชอบทำ อะไรตามใจหรือตามความนึกคิดของตน ต้องการเป็นที่ยอมรับนับถือในหมู่เพื่อนฝูง โดยพยายามทำ อะไรให้คล้าย ๆ กัน เลียนแบบตามกัน

จากแนวคิดข้างต้น สามารถสรุป สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า เกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจผิด จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คลาดเคลื่อน และเกิดจากช่วงอายุของผู้เรียนด้วย เพราะว่าผู้เรียนช่วงนี้เป็นช่วงวัยรุ่น ชอบทำ อะไรตามใจหรือตามความนึกคิดของตน ชอบทำอะไรเลียนแบบกัน

จากแนวคิดข้างต้นที่กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถสังเคราะห์ได้ดังแผนภาพที่ 2

จากลักษณะและสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ยกมาสามารถสังเคราะห์ได้ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถสังเคราะห์

สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน อาจเกิดจากความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีตเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมทำให้เกิดจินตนาการที่ผิด ตำราเรียนที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาเรื่องภาษาและสัญลักษณ์ วุฒิภาวะและพัฒนาการทางปัญญาของผู้เรียน ตลอดจนตัวผู้สอนเอง

การวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้หลายรูปแบบ แต่ในการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบของมอว์โซวิทซ์ และคณะ (Movshovitz and others. 1987 : 4-17) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ด้าน และมีการรวมด้านย่อย ๆ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจนเหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน และบริบทของชั้นเรียน ดังนี้

1. ด้านการใช้ข้อมูลผิด (Misused Data) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้
 - 1.1 ละเลยการใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา
 - 1.2 ทำผิดคำสั่งโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ
 - 1.3 คัดลอกโจทย์ผิด
2. ด้านการตีความด้านภาษา (Misinterpreted Language) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
3. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ (Distorted Theorem or Definition) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้
 - 3.1 ขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร และบทนิยาม และสมบัติ
 - 3.2 จำทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติผิด
4. ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา (Unverified Solution) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้
 - 4.1 ขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบผิดจากที่โจทย์กำหนด หรือคำตอบไม่เป็นผลสำเร็จ
 - 4.2 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูก
5. ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ (Technical Error) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ

ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

เวย์น (Wayne. <http://www.americanchronicle.com/articles/view/110106>) ได้วิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังตัวอย่าง 10 ประการคือ

1. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการใส่ผิดค่า ผิดตำแหน่ง เด็กไม่รู้ว่าแต่ละจำนวนควรอยู่ตำแหน่งไหน

2. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเศษส่วน 1 หาดด้วย $\frac{1}{2}$ คำตอบคือ $\frac{1}{2}$ ซึ่งผิด คำตอบที่ถูกคือ 2 และ 1 หาดด้วย 2 คำตอบ คือ $\frac{1}{2}$ เพราะจำนวนเต็มหาดด้วยเศษส่วนจะได้

3. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการแบ่งส่วนของวงกลมหมุนจากจุดศูนย์กลางที่แบ่งออกเป็นสามส่วน ครั้งหนึ่งของวงกลมเป็นสีแดงอีกครั้งหนึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน คือ สีน้ำเงินและสีเขียว ในการหมุนหนึ่งครั้งความน่าจะเป็นที่จะได้สีน้ำเงินเป็นเท่าไร คนส่วนมากจะตอบทันทีว่า $\frac{1}{3}$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด เราคิดว่าครั้งของวงกลมเป็นสีแดง อีกครั้งหนึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ที่ทำให้แต่ละส่วนเหล่านั้น $\frac{1}{4}$ ของวงกลมทั้งหมด ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่จะได้สีน้ำเงิน เป็น $\frac{1}{4}$

4. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการหยิบไพ่ในการสุ่มใน 1 สำหรับให้ความน่าจะเป็นของการหยิบไพ่ได้ เอซ หรือหัวใจเป็นอย่างไร สาเหตุที่คิดผิด คือ มี 4 เอซ และ 13 หัวใจ ส่วนใหญ่จะนำ 4 และ 13 มารวมกัน เป็น 17 ผลลัพธ์ ที่เป็นไปได้ในการหยิบไพ่ 52 ใบเท่ากับ $\frac{17}{52}$ จึงผิด เพราะคุณนับแต่้มของหัวใจสองครั้ง คำตอบที่ถูกคือ $\frac{16}{52}$

5. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์ แนวคิดของทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่มีชื่อเสียงคนส่วนใหญ่คิดว่าพีทาโกรัส $a^2 + b^2 = c^2$ คิดนี้จะสามารถเป็นจริงหากเส้นแขนงสามเหลี่ยมมุมฉากจะแทนด้วย B และ C ตามลำดับและคิดเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก แต่ถ้าตัวอักษรเหล่านั้นจะหันไปรอบ ๆ เพื่อที่หนึ่งของเส้นแขนงจะแสดงเป็น C แล้วสูตรจะไม่ถือจริง ใส่เพียงผลรวมของกำลังสองของความยาวของขาจะเท่ากับกำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

6. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์มาใกล้เคียงกับค่าของ π เมื่อใดก็ตามที่มีคนถามว่าค่าของ π จะเข้าใจทันทีว่า π มีค่าเป็น 3.14 ซึ่งเป็นความเข้าใจผิด ค่าของ π จะถูกกำหนดโดยการเปรียบเทียบขอบเขตที่มีขนาดศูนย์กลาง ดังนั้น เท่ากับ $\frac{c}{d}$ การวัดที่แม่นยำยิ่งขึ้นถ่ายเป็นที่ถูกต้องมากขึ้น

7. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

8. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

เช่น $\frac{1}{3}$ ของบวก $\frac{1}{3}$ เด็กจะตอบ $\frac{1}{5}$

9. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจินตภาพ เช่น รากที่สองของ -1 เด็กตอบ -1 เป็นคำตอบที่ผิด คำตอบ คือ รากที่สองของ -1 เป็นจินตภาพ

10. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขอนุกรม เช่น การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 Carl Friedrich Gauss, เขาหาผลรวมถึงจำนวนที่ 5,050 ซึ่งเป็นผลรวมของลำดับ หรือ ผลรวม = จำนวนครั้ง(ครั้งแรก + ล่าสุด) หารด้วย 2 หรือ $S = \frac{N(F+L)}{2S} = \frac{(F+L)}{2}$

ตัวอย่าง วิธีการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ การทำแบบฝึกหัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนน้อมชัยวิทยาคม อำเภอเมืองชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นดังนี้

การวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของเด็กชายพิชณะ ทรทีก นักเรียนชั้น ม. 2/1

จากโจทย์ จงหาผลลัพธ์ของ $(-2) - \left(-1\frac{1}{3}\right)$

วิธีคิดของเด็กชายพิชณะ ทรทีก

$$\begin{aligned} (-2) - \left(-1\frac{1}{3}\right) &= (-2) - \left(-1 + \frac{1}{3}\right) \\ &= (-2) + 1 - \frac{1}{3} \\ &= \{(-2) + 1\} - \frac{1}{3} \\ &= -1 - \frac{1}{3} \\ &= -1\frac{1}{3} \end{aligned}$$

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หารูปแบบของความคลาดเคลื่อน

พบว่าเด็กชายพิชณะ ทรทีก นำเครื่องหมายลบคูณเข้าไปในวงเล็บก่อน แล้วค่อยมาทำการบวกกัน โดยเอาจำนวนเต็มบวกกัน แล้วก็เอา $\frac{1}{3}$ มาลบออก ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนมากที่มีปัญหาเรื่องการบวกลบเศษส่วนชอบทำวิธีนี้

2. สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักเรียนขาดความตระหนักเกี่ยวกับเรื่องเศษส่วนจำนวนลบกับจำนวนเต็ม

ซึ่งนักเรียนเกิดความเข้าใจสับสนเกี่ยวกับจำนวนคละ ดังนั้นครูควรบอกนักเรียนว่าควรทำเศษส่วนจำนวนคละให้เป็นเศษเกินก่อน

3. แนวทางแก้ไข

3.1 ควรเริ่มต้นสอนด้วยการเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกินก่อน

3.2 ให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวน

เต็มลบ

3.3 ให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวน

เต็มลบ และการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก และการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวน

เต็มลบ

วิธีที่ถูกต้อง

$$\begin{aligned} \text{เขียน } (-2) - \left(-1\frac{1}{3}\right) &= (-2) + 1\frac{1}{3} \\ &= (-2) + 1 + \frac{1}{3} \\ &= (-2 + 1) + \frac{1}{3} \\ &= -1\frac{1}{3} \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของเด็กหญิงพัชราภรณ์ ชนะบุญ นักเรียนชั้น ม. 2/1

โจทย์ แก้วตัดเชือกซึ่งยาว 16.35 เมตร ออกเป็น 3 ท่อน เชือกแต่ละท่อนยาวเท่ากันและมีความยาวเป็นจำนวนเต็มเมตรมากที่สุด จงหาว่าเชือกแต่ละท่อนยาวกี่เมตร และมีเศษเชือกเหลืออยู่เท่าไร

วิธีคิดของเด็กหญิงพัชราภรณ์ ชนะบุญ

$$\begin{array}{r} \text{วิธีทำ} \quad \quad \quad \frac{5.45}{3 \overline{)16.35}} \\ \quad \quad \quad \quad \underline{15} \\ \quad \quad \quad \quad \quad 13 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{12} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 15 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{15} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{0} \end{array}$$

เชือกแต่ละท่อนยาว 5 เมตร

เหลือเศษอีก 45 เซนติเมตร

คำตอบที่ถูกคือ เหลือเชือกอยู่ $0.45 \times 3 = 1.35$ เมตร

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หารูปแบบของความคลาดเคลื่อน
พบว่าเด็กหญิงพัชราภรณ์ ชนะบุญ นำ 16.35 หารด้วย 3 ถูกต้อง แต่ตอบผิด เพราะเข้าใจผิดว่าส่วนที่เหลือคือทศนิยม
2. สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
นักเรียนขาดทักษะการคิดโจทย์เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน อีกทั้งขาดความตระหนักในการแปลความหมายของโจทย์ปัญหาจากเศษที่เหลือ
3. แนวทางแก้ไข
 - 3.1 ควรสอนทักษะเกี่ยวกับการคิดแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน
 - 3.2 ควรสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยการแปลความหมายของโจทย์ที่เน้น
 - 3.3 ความรู้สึกเชิงจำนวน
 - 3.4 ควรสอนให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ได้

จากตัวอย่างการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายลักษณะ และเกิดจากหลากหลายสาเหตุ ทั้งที่เป็นสาเหตุจากความเข้าใจคลาดเคลื่อนเดิมของผู้เรียน ที่เกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมายของโจทย์ปัญหา ดังนั้นในชั้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องระมัดระวังในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มโนทัศน์ที่มีความสำคัญและผู้เรียนต้องนำไปใช้แก้ปัญหา ควรเน้นและประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ทันที ซึ่งจะไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนเนื้อหาต่อไป สำหรับในชั้นประเมินผลนั้น ครูจะต้องประเมินว่าผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในทุกมโนทัศน์หรือไม่ รวมทั้งต้องประเมินว่าผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ หากครูสามารถดำเนินการเช่นนี้ได้ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์น้อยลง

เครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ 3 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ทางด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบที่ครูสร้าง และแบบมาตรฐาน แบบทดสอบที่ดีต้องมี ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ความลึกของคำถาม ความขั้ว ความจำเพาะเจาะจง ความเป็นปรนัย มีประสิทธิภาพ มีอำนาจจำแนก มีความยาก

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ (2542 : 72) ให้ความหมายแบบทดสอบว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่งหรือของบุคคลเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

สมนึก ภัททิยธณี (2551 : 72) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่กับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

อรนุช ศรีสะอาด (2551 : 49) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถาม หรืองานชุดใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

ไพศาล วรคำ (2554 : 233) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

บราวน์ (Brown . 1998 : 90) ให้ความหมาย แบบทดสอบ ว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมี
กฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการบริหารจัดการและให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้
เท่านั้น โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด
ตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด
ฉะนั้นจึงต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัด
พฤติกรรมนั้นและถ้าผู้ตอบตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูกต้องให้คะแนนเท่ากัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อ
คำถามที่สร้างขึ้นเพื่อวัดพฤติกรรมการตอบสนอง และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่าง
สมเหตุสมผล

ประเภทของแบบทดสอบ

อรนุช ศรีสะอาด (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2551 : 49 – 51) ได้แบ่งประเภท
ของแบบทดสอบหลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพ
ทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่ง
ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่ง
ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน
และสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผล
สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีความ
ดี มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในวิธีการแปลความหมาย
คะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพ
สมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ใน
การพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน
แบบทดสอบวัดความถนัดอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องที่วัดได้ยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลและสังคม ตัวอย่างเช่น แบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีต่อบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบวัดความสนใจที่มีต่ออาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวเข้ากับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาวๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อจะวัดได้หลายๆ 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 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้ทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งนับว่ามีประโยชน์มากในการเรียนการสอน

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยในการทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถจะเรียนได้

มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูงซึ่งนำไปใช้ประโยชน์มากในด้านการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดในการเรียน และการแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางทีจึงเรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่า มีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่มักจะเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งให้เปิดหนังสือควงูไปกับการสอบ หรือให้ไปตอบที่บ้าน

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 การสอบโดยใช้การถาม-ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

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

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ

ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ

1.3 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพและทางสังคม หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพ และการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่วัดได้ยาก

2. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ

2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน

3. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อสอบมากและค่อนข้างง่าย

3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อสอบน้อย

4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบที่ละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบทีละหลาย ๆ คนเป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อมีคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของ
 สังกคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ
 สัญลักษณ์หรือตัวเลข แทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วย
 การเรียน

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่าน
 มาทุกบททุกตอนทุกภาคเรียนจึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสิน
 ผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามนักเรียน
 ต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเขียนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบ
 เฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก - ผิด
 ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 69 - 70) ได้จำแนกแบบทดสอบตามสมรรถภาพที่วัด
 ได้ 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ใน
 เนื้อหา จุดประสงค์หรือพฤติกรรมปลายทาง ในรายวิชาต่าง ๆ ที่โรงเรียน และ
 สถาบันการศึกษาต่าง ๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

2. แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา และความถนัด เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด
 สมรรถภาพสมองของผู้เรียนเพื่อพยากรณ์ว่าจะสามารถเรียนในด้านใดจะประสบความสำเร็จ
 เพียงใดถ้าได้รับการฝึกฝนอย่างเหมาะสม

3. แบบทดสอบวัดบุคคลและสังคม เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดบุคลิกภาพ
 คุณลักษณะในตัวบุคคล โดยทั่วไปเรียกว่า แบบวัด ลักษณะสำคัญของแบบวัดคือ สามารถ
 แปลงคะแนนผลการตอบให้เป็นคะแนนได้

ไพศาล วรคำ (2554 : 233 – 254) แบบทดสอบสามารถจำแนกได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการจำแนก ซึ่งการจำแนกประเภทของแบบทดสอบ ที่สำคัญ มีดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด

ความรู้ และทักษะ

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)

1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)

1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)

1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะทาง (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 (Standardized Test)

4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)

4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test)

5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ

5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test)

5.1.1 แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)

5.1.2 แบบทดสอบความเรียง (Essay Test)

5.1.3 แบบทดสอบเติมคำ (Completion Test)

5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)

5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)

คือ

5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 9 ประเภท คือ แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด แบ่งตามลักษณะการสร้าง แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งตามเวลาที่กำหนด แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ และแบ่งตามลักษณะการตรวจให้คะแนน

ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

สมนึก ภักทิษณี (2551 : 67-71) แบบทดสอบนับเป็นเครื่องมือวัดผลที่มีคุณค่าและสำคัญที่สุด แต่ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะนำไปใช้จะต้องมีคุณภาพ โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้สอนโดยตรง แบบทดสอบจะมีคุณภาพเพียงใด ต้องมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ เช่น ต้องการวัดว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคำนวณหรือไม่ ก็ถามให้คำนวณ คะแนนที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในเชิงคำนวณ มิใช่ได้คะแนนมากเพราะสะอาด ใช้ภาษาสละสลวยลายมือสวยงาม เป็นต้น ความเที่ยงตรงเปรียบได้กับเครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ถูกต้อง ไม่โก่งน้ำหนักหรือเปรียบได้กับนาฬิกาที่บอกได้ตรงเวลา ไม่คลาดเคลื่อนกับเวลาที่เป็นจริง ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด

- 1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน กล่าวคือ เมื่อทำการสอนเนื้อหาใดก็ทำการออกข้อสอบวัดให้ตรงกับเนื้อหานั้น และที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหานั้นด้วย

- 1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

- 1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัจจุบันของผู้เรียน หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบ ที่ช่วยให้ครูประมาณสถานภาพอันแท้จริงของผู้เรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบ ที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของผู้เรียน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ความเชื่อมั่น หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้ผู้เรียนขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียน ทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นผู้เรียนที่เรียนเก่ง และขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำแต่ต้องถามให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดค้นแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความขั้วยุ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้เรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะทำให้แบบทดสอบมีความขั้วยุอยากตอบ ก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก ใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตนัยก็ให้บรรยายมีความยาวพอเหมาะ และไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทาง หรือทิศทางการถาม การตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่แผ่งกลมเม็ดให้ผู้เรียนงง ผู้เรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกคิดว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม และความไม่จำเพาะเจาะจงของข้อสอบนี้อาจจะเกิดขึ้นได้กับข้อสอบทุกชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบได้รัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบไม่ใช้ชนิดของแบบทดสอบ

แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยหรือไม่ จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

ก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

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

9. อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดี จะต้องมีความจำแนกสูง ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่า คนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

10. ความยาก หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรือ อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป เรียกว่า มีความยากพอเหมาะเพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูก หรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูก ต่างก็ไม่สามารถจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน จึงไม่มีคุณค่าในการจำแนก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูก แสดงว่าเขารับรู้ตามจุดประสงค์ตามที่ต้องการ ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการ ได้จริง หรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็นับได้ว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ไพศาล วรคำ (2554 : 232-233) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของเครื่องมือที่ดี มีดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง เครื่องมือที่ดีจะต้องสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด
2. มีความเชื่อมั่น เครื่องมือที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่มีความเชื่อมั่นสูง หรือมีความแน่นอน คงเส้นคงวา
3. มีความเป็นปรนัย เครื่องมือที่ดีควรมีความเป็นปรนัยสูง คือ มีความชัดเจนทั้งในข้อคำถาม คำตอบและการให้คะแนน ที่ทำให้ทุกคนสามารถเข้าใจหรือตีความได้

4. มีความเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ดีควรมีความเฉพาะเจาะจง กล่าวคือ ในหนึ่งข้อคำถามหรือรายการคำถามใด ๆ ควรถามประเด็นเดียวเป็นการเฉพาะ
5. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีควรเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้สะดวก ประหยัดและคุ้มค่า
6. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีควรจะสามารถแยกแยะบุคคลออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้
7. มีความเหมาะสม เครื่องมือควรมีระดับความยากที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

สรุปจากที่กล่าวมา ลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมีอยู่ 5 ประการที่สำคัญ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก

ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ (2542 : 72) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจ会有ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

สมนึก ภักทิษฺฐณี (2551 : 67) กล่าวว่าไว้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบจะไม่คงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย หรือความเรียง แบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ

อรนุช ศรีสะอาด (2551 : 50) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อ จะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

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

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบอย่างเสรี ภายในเวลาที่กำหนด

ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาได้แยกประเภทของแบบทดสอบไว้ดังนี้

ชาญชัย ขมคิชู (2548 : 34-38) กล่าวว่า แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นเหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดตอบ และแบบจำกัดตอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับการให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่าเด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดตอบ ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอธิบายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลที่จริงต่างๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทย มา 1 ทฤษฎีจงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้บอกถึงหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่นจงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียดเพราะเหตุใดเกณฑ์อันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมาก จากการทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลี และเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่นจงเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือมีความเชื่อมั่น ก่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือนักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดตอบ ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและ เนื้อที่ เฉพาะให้นักเรียนไม่มีอิสระในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความ ยาวในการตอบไว้ด้วยตัวอย่างเช่น ลักษณะภูมิอากาศ การปกครอง อาชีพของพลเมือง จง อธิบายสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ จงยกตัวอย่างการกระทำที่ แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อ

ส่วนดีของข้อสอบแบบนี้คือ ง่ายในการตรวจ มีความยุติธรรมและมีความ เชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบประเภทไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุป ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย แบ่งได้ เป็น 2 ประเภท คือ แบบไม่จำกัดตอบ และแบบจำกัดตอบ

หลักในการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้หลักในการสร้างข้อสอบไว้ดังนี้

สมนึก กัททิษณี (2551 : 73) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่าน มาแล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลผู้เรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ดังนั้นจะกล่าวรายละเอียดเฉพาะ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประเภทที่ครูสร้างมีหลายรูปแบบ แต่ ที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบอัตนัยหรือความเรียง แบบกาถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้น ๆ แบบจับคู่ แบบ เลือกตอบ

สมบูรณ์ ต้นยะ (2545 : 24-29) กล่าวว่า จุดอ่อนของแบบทดสอบอัตนัยก็คือ การสร้างโดยขาดการวางแผนที่ดี การวางแผนการสร้างแบบทดสอบอัตนัยก็มีความสำคัญ เช่นเดียวกับการวางแผนสร้างแบบทดสอบปรนัยถึงแม้ว่าจะมีวิธีการสร้างและธรรมชาติต่างกัน ก็ตาม สิ่งที่อยู่ข้อสอบจะต้องคำนึงถึงในการออกข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของกลุ่มสาระนั้น ๆ เหมาะสมกับแบบทดสอบอัตนัยหรือไม่
2. ผู้เข้าสอบมีพื้นฐานทั้งในด้านความเรียง และเนื้อหาวิชาเพียงพอที่จะเขียน ตอบแบบอัตนัยหรือไม่ เช่น เด็กเล็ก ๆ ไม่ควรใช้ข้อสอบอัตนัยทดสอบอย่างเด็ดขาด
3. ข้อสอบนั้นเปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบ เปิดโอกาสให้แสดง

ความคิดเห็นหลายแง่หลายมุมหรือไม่ หรือจำกัดวงคำตอบให้ตอบแค่แคบๆ เพียงด้านเดียว เช่นถามแต่ความจำเป็นเนื้อหาที่ครูสอนไป ก็ไม่ควรใช้ข้อสอบอัตนัย

กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบมากเพียงพอหรือไม่ เพราะการสอบแบบอัตนัยนั้นต้องใช้เวลาในการเขียนตอบนานมากกว่าแบบทดสอบปรนัยมีหลักในการสร้างดังนี้

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้ตามที่ปรากฏในตารางวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนักความสำคัญมากก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากให้ได้สัดส่วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน

2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่นจะสอบเฉพาะเนื้อหาที่ครูบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่ผู้เรียนร่วมอภิปรายทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วย และควรแจ้งให้ผู้สอนทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้เตรียมตัวศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง

3. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบเสียเปรียบกัน อันเนื่องมาจากข้อสอบมีความยากง่ายไม่เท่ากัน คะแนนที่ได้จึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ เพราะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ไม่เท่ากัน

4. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้นๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอะไรมีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนอย่างไร ควรให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ควรบอกให้ชัดเจนด้วยว่ามีการแบ่งส่วนคะแนนอย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม

5. ถามปัญหาที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้จริง ๆ สามารถตอบปัญหาได้โดยพยายามนำกฎเกณฑ์ หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ไม่ควรเป็นคำถามที่นักเรียนเคยพบหรือเคยทำมาก่อน เพราะจะกลายเป็นการวัดความจำไป

6. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ แบบ มิใช่มีแต่คำถามประเภท ไกร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ดีความ วิเคราะห์เหตุผล วิจารณ์ และ ประเมินผล เป็นต้นเขียนคำถามให้ชัดเจนว่าต้องการให้ตอบอย่างไร พยายามเขียนตอบให้เฉพาะเจาะจงลงไป คำถามประเภทให้แสดงความคิดเห็น เป็นคำถามที่กว้างไป

7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้ว คนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่า เป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี

8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลขเพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะแก้ไขก่อนนำไปใช้ได้

9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรหลีกเลี่ยง การถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้น ๆ

10. พยายามสร้างข้อคำถามหลาย ๆ ข้อ ให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวของข้อสอบ และความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ

11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย เราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากข้อ โดยกำหนดให้ตอบสั้น ๆ

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อช่วยผู้สอบตอบยิ่งขึ้น

สมนึก กัททิษฺณี (2551 : 72-75) ได้กล่าวถึง ลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบ ทัศนัยว่าเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วทำให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน ซึ่งมีหลักการสร้าง ดังนี้

1. เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน ระบุจำนวนข้อคำถาม เวลาที่ใช้สอบ และคะแนนเต็มของแต่ละข้อ

2. เนื่องจากข้อสอบแบบนี้มีเฉพาะคำถาม และแต่ละข้อ มักจะให้คะแนนมาก ดังนั้นควรเขียนคำถามให้ชัดเจนเพื่อไม่ให้ไขว้เขวในการตอบ

3. ไม่ควรตั้งคำถามเฉพาะประเภทความรู้ความจำหรือถามปัญหาที่มีคำตอบในหนังสือ ซึ่งเป็นการให้ตอบแบบจำกัด (Restricted Response) แต่พยายามถามประเภทสูงกว่าความรู้ความจำ คือ ถามให้ใช้ความคิด ซึ่งเป็นการให้ตอบแบบขยาย (Unrestricted Response)

มักขึ้นต้นด้วยคำว่าจงอธิบาย จงอภิปราย จงบรรยาย จงเปรียบเทียบ จงวิเคราะห์ ให้ประมาณค่า
ให้บอกความสัมพันธ์ วิเคราะห์ เป็นต้น

4. กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร เพราะผู้ตอบต้องใช้เวลารวบรวม
ความคิด จัดระบบความคิด และเขียนคำตอบด้วยถ้อยคำของตัวเอง หากกำหนดเวลาน้อย ไม่
สามารถใช้พลังความคิดได้เต็มความสามารถ

5. เลือกลักษณะเฉพาะจุดที่สำคัญของเรื่อง เพราะไม่สามารถถามได้ทุก ๆ เนื้อหา
ที่เรียน

6. ไม่ควรมีให้มีการเลือกตอบเพียงบางข้อ เช่น 7 ข้อ ให้เลือกทำ 6 ข้อ หรือ 4 ข้อ
ให้เลือกทำ 3 ข้อ เหตุผลมีดังนี้

6.1 ไม่สามารถวัดเรื่องที่สำคัญได้ทุกเรื่อง

6.2 คำถามแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน จะมีปัญหาในการจัดตำแหน่ง
ผู้เข้าสอบว่าใครจะเก่งกว่ากัน โดยเฉพาะการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม

6.3 ไม่ยุติธรรมกับผู้ที่สามารถตอบได้ทุกข้อ ซึ่งมีโอกาสได้คะแนนเท่ากับ
ผู้ที่ตอบได้เพียงบางข้อ

7. การตรวจให้คะแนน ควรปฏิบัติดังนี้

7.1 เขียนแนวคำตอบไว้ก่อน และระบุคะแนนว่า ประเด็นใดตอนใดควร
ได้กี่คะแนน

7.2 ควรตรวจเฉพาะข้อเดียวจนครบทุกคน แล้วตรวจข้อต่อไป

7.3 ไม่ควรดูชื่อผู้สอบ เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดอคติในการให้คะแนน

ไพศาล วรคำ (2554 : 238 - 240) ได้พูดถึงหลักการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

แบบทดสอบความเรียงเป็นแบบทดสอบที่สร้างได้ง่ายกว่าแบบทดสอบชนิด
อื่น ๆ และสามารถวัดความสามารถทางสมองได้ทุกระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถ
ทางสมองในระดับสูง เช่น การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ทั้ง
ยังสามารถพัฒนาทักษะการใช้ภาษา พัฒนาระบบความคิดและการถ่ายทอดความคิด ได้เป็น
อย่างดี แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการตรวจให้คะแนนที่มีความเป็นปรนัยต่ำและยุ่งยากในการ
ตรวจ แบบทดสอบความเรียงจึงควรใช้เมื่อต้องการให้ผู้ตอบแสดงความคิดสร้างสรรค์ หรือ
แสดงความคิดเห็นอย่างมีอิสระ มีผู้เข้าสอบจำนวนน้อยและต้องการวัดความสามารถระดับสูง
ในการสร้างแบบทดสอบความเรียงมีหลักการที่ควรคำนึงดังต่อไปนี้

1. กำหนดคำชี้แจงให้ชัดเจนเกี่ยวกับจำนวนข้อ เวลา คะแนนแต่ละข้อและ

คะแนนรวมทั้งฉบับ

2. ใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย
3. พยายามตั้งคำถามที่ครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดซึ่งจะมีลักษณะค่อนข้างกว้าง โดยอาจจะระบุประเด็นย่อยที่ต้องการให้ตอบให้ชัดเจน
4. ไม่ควรให้เลือกตอบเพียงบางข้อ เพราะการให้ทำงานที่แตกต่างกันจะไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ นอกจากนี้จะมั่นใจได้ว่าข้อสอบทุกข้อมีลักษณะเป็นข้อสอบคู่ขนานกันจริง

5. ควรกำหนดประเด็นคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อให้การตรวจเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

6. กำหนดกฎเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้ตรวจทุกคนให้คะแนนได้ใกล้เคียงกัน

7. ควรตรวจข้อสอบข้อเดียวกันของผู้เข้าสอบให้ครบทุกคน แล้วจึงเริ่มตรวจในข้อต่อไป

8. ไม่ควรออกข้อสอบจำนวนมากและใช้เวลาในการสอบนานเกินไป เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความล้า

จากข้างต้นสามารถสรุปหลักการสร้างแบบทดสอบได้ว่า ถามให้ครอบคลุม ครอบคลุมตามหลักสูตร ถามเฉพาะสิ่งที่สำคัญ ถามให้ลึก ครอบคลุมพฤติกรรม ถามในสิ่งที่เป็นแบบอย่างที่ดี และถามให้เฉพาะเจาะจง ไม่คลุมเครือ

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. สามารถวัดพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
2. ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตนาของตน
3. โอกาสในการตอบเคาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนน้อยมาก
4. วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาตอบนานจึงวัดได้ไม่คลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญๆ
2. การตรวจให้คะแนนมักจะมีเกิดความคลาดเคลื่อนมาควบคุมให้เกิด

ความยุติธรรมได้ยาก

3. ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมาก ๆ เพราะใช้เวลาใน

การตรวจ

4. ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อ

คะแนน

การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย

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

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด
2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการ

ให้คะแนน

4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็นไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่นักเรียนทุกคนสำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

4.1 การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวการตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้

เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบ มากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบ

4.2 การตรวจโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพการตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของ ผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจดูคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไป แล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการตรวจแบบทดสอบอัตนัย

1. ให้ตรวจคำตอบทีละข้อ นั่นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อ 1 ก็ให้ตรวจข้อ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อ 2 ครูไม่ควรตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคน ๆ
2. ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์ในการให้คะแนนจะเหมือนกันสำหรับทุก ๆ คำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรก ๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบแผ่นหลัง ๆ ทั้ง ๆ ที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน
3. เวลาตรวจไม่ควรดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติในเวลาตรวจ
4. ถ้าสามารถให้มีผู้ตรวจ 2 คน ในแต่ละคำตอบแล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนนำมาเป็นคะแนนที่คำตอบนั้น ๆ ควรจะได้จริง ๆ จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากขึ้น
5. ควรหยิบกระดาษคำตอบมาตรวจแบบสุ่ม
6. ไม่ควรดูชื่อผู้ตอบในการตรวจกระดาษคำตอบ
7. ในเวลาตรวจนั้นครูไม่ควรนำเอาเรื่อง “ลายมือ” ของผู้ตอบมาเป็นส่วนในการให้คะแนน
8. พยายามตรวจข้อใดข้อหนึ่งให้เสร็จรวดเร็วกว่าไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อนั้นเสร็จแล้ว
9. พยายามเขียนข้อเสนอแนะและแก้ไขความคิดในกระดาษคำตอบ เพื่อให้ผู้ตอบรู้ว่าตนบกพร่องตรงไหน

2. การสัมภาษณ์

ความหมายของการสัมภาษณ์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

นิภา เมธชาวิชัย (2536 : 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยสร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

พัชรา วานิช (2544 : 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริงและทำให้ทราบความต้องการของเด็ก เป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้ (คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2547 : 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด หรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คณะศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2547 : 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด หรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 35) ได้ให้ความหมายว่า การสัมภาษณ์ คือ การสนทนาหรือการพูดโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์ประกอบด้วยบุคคลสองฝ่าย คือ ผู้สัมภาษณ์ และผู้ถูกสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์นอกจากจะได้ข้อมูลตามต้องการแล้ว ยังช่วยให้ทราบข้อเท็จจริงของ

ผู้ถูกสัมภาษณ์ในด้านบุคลิกภาพอีกด้วย เช่น ท่วงที วาจา อารมณ์ อุปนิสัย ปฏิภาณ ไหวพริบ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 212) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนา พูดคุย ซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของผู้วิจัย หรือเป็นการสนทนาอย่างมีเป้าหมายนั่นเอง การสัมภาษณ์เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่ทำให้ได้ข้อมูลในเชิงลึก เพราะผู้วิจัยสามารถซักถามประกอบการสังเกตสีหน้าท่าทาง และความรู้สึกที่ซ่อนอยู่ของผู้รับการสัมภาษณ์ได้ จึงเป็นวิธีการที่ทำให้ได้ข้อมูลที่เข้าถึงความจริงของปรากฏการณ์ได้มากกว่าวิธีการอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดและความเชื่อ จึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมากในทางสังคมศาสตร์ แต่การสัมภาษณ์ก็ต้องใช้เวลางบประมาณ และบุคลากรมากกว่าวิธีการอื่น ๆ จึงอาจเป็นปัญหาสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ และที่สำคัญเป็นวิธีการที่รบกวนเวลาของผู้ให้ข้อมูลหรือผู้รับการสัมภาษณ์มากที่สุด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การค้นหาข้อเท็จจริงและทำให้ทราบความต้องการของเด็กโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ซึ่งเป็นวิธีการที่ครูถามให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จึงเป็นวิธีการที่ทำให้ได้ข้อมูลที่เข้าถึงความจริงของปรากฏการณ์ได้มากกว่าวิธีอื่น

ประเภทของการสัมภาษณ์

นักการศึกษาหลายท่านได้แยกประเภทของการสัมภาษณ์ ไว้ดังต่อไปนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2547 : 119 -120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured form) การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured form) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-directive interview) การสัมภาษณ์วิธีนี้เป็นแบบไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบได้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการจัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จึงจำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้ว จึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม (ใช่) หรือ (ไม่ใช่) แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

สมนึก ภักทิษฺรณิ (2551 : 35) ได้แบ่งประเภทของการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non structured Interview or Unstructured Interview) หมายถึง การสัมภาษณ์ที่ไม่ใช่แบบสัมภาษณ์ คือ ไม่จำเป็นต้องใช้คำถามที่เหมือนกันหมดกับผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคน แต่ผู้สัมภาษณ์ต้องใช้เทคนิคและความสามารถเฉพาะตัวเพื่อให้ได้คำตอบจากผู้ถูกสัมภาษณ์ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การสัมภาษณ์โดยวิธีนี้อาจให้ผู้ตอบ แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นออกมาโดยอิสระผู้สัมภาษณ์

ผู้สัมภาษณ์มีหน้าที่รับฟังและคอยควบคุม ให้เข้าสู่ประเด็นที่ต้องการเท่านั้น ผู้ทำหน้าที่สัมภาษณ์โดยวิธีนี้จะต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ

2. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) หมายถึง การสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์จะใช้แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไว้แล้ว เป็นแบบในการถาม กล่าวคือ ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามตามแบบสัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์เหมือนกันหมดทุกคน การสัมภาษณ์แบบนี้มีลักษณะไม่ค่อยยืดหยุ่น เพราะต้องถามไปตามแบบสัมภาษณ์ แต่มีข้อดี คือ สามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการวิเคราะห์ สรุปผล

ไพศาล วรคำ (2554 : 212-214) ได้แบ่งประเภทของการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมประเด็นและรายละเอียดในแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า โดยจัดเรียงข้อคำถามที่จะใช้สัมภาษณ์ไว้เป็นลำดับ

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยไม่ได้เตรียมรายละเอียดของประเด็นการสัมภาษณ์ เหมือนกับการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จะมีเพียงประเด็นหลักที่ต้องการข้อมูลเท่านั้น โดยผู้วิจัยเริ่มต้นสนทนาตามอรรถาธิบายจะเริ่มประเด็นใดก่อนหลังก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของการสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง

ลักษณะของการสัมภาษณ์

ลักษณะของการสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือการสัมภาษณ์แบบเผชิญหน้ากัน (Face-to-face) ระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการคำตอบที่เจาะลึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลมีข้อดีคือ ผู้สัมภาษณ์ สามารถซักถามเป็นการส่วนตัว คำถามที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลสามารถตอบได้อย่างอิสระ อาจมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงคำถามให้เหมาะสมกับผู้ให้ข้อมูลแต่ละคน เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนอาจมีวัฒนธรรมที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ นอกจากนี้การสัมภาษณ์แบบนี้ สามารถบันทึกเทปหรือสังเกตการแสดงออกต่อการตอบสนองคำถามด้วยท่าทาง น้ำเสียง และสภาพแวดล้อมได้อีกด้วยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เป็นการลงทุนค่อนข้างสูงและใช้เวลานาน บางครั้งคำถามที่ถามอาจทำให้ผู้ตอบไม่

ค่อยๆ ขอบคอบ เช่น ถามเกี่ยวกับรายได้ หรือคำถามที่ก่อให้เกิดความรู้สึกที่ขัดแย้งต่อบุคลิกภาพของผู้ให้สัมภาษณ์ นอกจากนี้คำตอบที่ได้ อาจมีความลำเอียง

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม (Group interview) เป็นการสัมภาษณ์แบบหนึ่ง ที่ผู้สัมภาษณ์ทำการสัมภาษณ์กับผู้ร่วมสนทนาหรือเป็นกลุ่ม เพื่อสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยผู้สัมภาษณ์ เป็นผู้กำหนดหัวข้อร่วมสนทนาจะไม่มีความรู้สึกว่าถูกซักถามปัญหา แต่คิดว่าเป็นการเสวนาในเรื่องที่ผู้สัมภาษณ์สนใจอยากรู้เรื่องต่าง ๆ การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม ช่วยให้ประหยัดเวลา ลงทุนน้อย เหมาะสำหรับการระดมความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุป แต่อาจทำให้บางคนมีความรู้สึกอึดอัดในการตอบ หรือมีความรู้สึกไม่อยากตอบ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลบางคนไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้อย่างอิสระ

วัฒนา พัชราวณิช (2540 : 127-128) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

1. เตรียมการสัมภาษณ์ เตรียมหัวข้อที่จะสัมภาษณ์ กำหนดเวลาในการสัมภาษณ์ เตรียมสถานที่สัมภาษณ์
2. เริ่มต้นสัมภาษณ์เด็กด้วยการสร้างมิตรภาพ ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์รู้สึกเป็นกันเองและให้ความไว้วางใจผู้สัมภาษณ์
3. ผู้สัมภาษณ์ต้องแสดงตนเป็นผู้รับฟังที่ดี ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย ต้องแสดงว่ามีความสนใจและตั้งใจฟัง
4. ผู้สัมภาษณ์ต้องใช้คำที่เข้าใจง่าย ถามซ้ำ ๆ และพูดอย่างชัดเจนอย่าพูดคำไม่ป้อนคำถามรวดเร็วเกินไปจนผู้ตอบงงหรือสับสน
5. ผู้สัมภาษณ์ไม่ควรจะพูดหรือคุยมากเกินไป ต้องคอยเป็นผู้รับฟังให้โอกาสเด็กพูดให้มากที่สุด
6. ไม่ควรบันทึกคำพูดของเด็กในระหว่างการสัมภาษณ์ จะทำให้เด็กเกิดความกังวลหวาดระแวง
7. ในการยุติการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศที่ดี ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์ฟังพอใจที่จะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง
8. การบันทึกการสัมภาษณ์ต้องทำทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะอาจลืมรายละเอียดได้

เขียน ไชยสร (2546 : 100) กล่าวถึงวิธีการบันทึกเรื่องที่สัมภาษณ์ไว้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีการแรกคือการจดบันทึก วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ก็ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์ แบบใดจะเหมาะสมที่สุด เพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไป ถ้าการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมาก ขากแก่การจำ ก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็นเรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ ๆ หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียด ก็อาจจะจดบันทึกหลังการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้ ส่วนวิธีการที่สองคือการบันทึกเทป โดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษและซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาก็ต้องขออนุญาตและชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจ และถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

ในส่วนของเทคนิคของการสัมภาษณ์นั้น คลีเมนต์ และแอลตัน (Clements & Ellerton, 1996 : 48-50) กล่าวถึง เทคนิคการสัมภาษณ์นิวแมนว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ความคิดพลาด 5 ขั้นตอน ที่เกิดจากการตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดีและเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ในปี ค.ศ. 1977 นิวแมนได้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าวและได้เผยแพร่ใช้ในวงการศึกษาของประเทศออสเตรเลียจนได้ผลดีและมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีวิเคราะห์ความคิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนิวแมนมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีดังนี้ ขั้นแรกคือความคิดพลาดจากการอ่าน ความคิดพลาดในขั้นนี้ พิจารณาได้จากการที่นักเรียน ไม่สามารถอ่านคำสำคัญ หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในคำถาม ทำให้นักเรียนถูกจำกัดขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบสมบูรณ์ได้ ขั้นที่สองคือความคิดพลาดจากการทำความเข้าใจแม้ว่านักเรียนจะสามารถอ่านคำทุกคำที่อยู่ในคำถามได้ แต่นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ทั้งหมด ทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ขั้นที่สามคือความคิดพลาดจากการเปลี่ยนรูปในขั้นนี้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะเข้าใจ โจทย์ แต่นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณและการหารได้ หรือไม่สามารถบอกลำดับการกระทำที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ ขั้นที่สี่คือความคิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการในขั้นนี้ นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้น และขั้นสุดท้ายคือความคิดพลาดจากการสรุปคำตอบความคิดพลาดในขั้นนี้ เกิดจากการที่

นักเรียนทำตาม กระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่
โจทย์ต้องการ

นิวแมน (Newman. 2543 : 13 – 14) ได้เสนอวิธีการในการสัมภาษณ์ผู้เรียน
หลังจากการทำแบบทดสอบและวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ไว้ว่า วิธีการสัมภาษณ์
นักเรียน ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันที โดยต้อง
แยกสัมภาษณ์ทีละคน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย ส่วนสิ่งแวดล้อมรอบ
ข้างควรมีสภาพที่ไม่รบกวนผู้สัมภาษณ์และนักเรียนมากนัก ถ้าสังเกตเห็นว่านักเรียนเกิดอาการ
เกร็งหรือไม่มีสมาธิที่จะให้สัมภาษณ์ต่อไปได้ก็ควรหยุดสัมภาษณ์ทันที และนอกจากนี้ผู้
สัมภาษณ์ต้องระวังในเรื่องของการพูดด้วย เพราะอาจจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือเปลี่ยน
ความคิดได้ และที่สำคัญผู้สัมภาษณ์ไม่ควรบอกนักเรียนว่า โจทย์ที่นำมาสัมภาษณ์นั้น เป็นข้อที่
นักเรียนเคยทำผิดมาแล้ว ส่วนวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์นั้นนิวแมนเสนอว่าคำถาม
ดังต่อไปนี้จะเป็นแนวทางไปสู่การวิเคราะห์ความผิดพลาดของนักเรียนจากการเขียนตอบใน
แบบทดสอบคณิตศาสตร์ได้

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความผิดพลาด

| ขั้นที่ | การวิเคราะห์ความผิดพลาด | คำถามที่ใช้ |
|---------|--|---|
| 1 | ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading errors) | นักเรียนลองอ่านคำถามให้ครูฟัง |
| 2 | ความผิดพลาดจากความเข้าใจ (Comprehension errors) | บอกครูว่า คำถามต้องการให้เธอทำอะไร |
| 3 | ความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation errors) | บอกครูถึงแนวคิดที่เธอจะใช้หาคำตอบ |
| 4 | ความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skill errors) | ลองแสดงวิธีที่เธอใช้คำนวณหาคำตอบ พร้อมอธิบายตาม ไปด้วย |
| 5 | ความผิดพลาดจากการสรุปตอบ (Encoding errors) | ที่นี่ ให้เธอเขียนคำตอบของคำถาม |

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิวมาน มีวิธีการบันทึกดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading Recognition)

การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ ผู้ศึกษาจะให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบถ้า นักเรียนอ่านได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) ในช่องของ Word แต่ถ้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) ในส่วนของ Word เช่นกัน พร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อ ๆ ในส่วนของการอ่านสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหานั้น ถ้านักเรียนอ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbol แต่ถ้านักเรียนอ่านผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbol เช่นกัน พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการอ่านสัญลักษณ์ที่ผิดอย่างย่อ ๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ (Comprehension)

การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ คำศัพท์เฉพาะเมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียน บอกความหมายของคำสำคัญหรือสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ ถ้าผู้เรียนสามารถบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ โจทย์ เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่ โจทย์ปัญหาต้องการ ให้นักเรียนทำแล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ General โดยถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูปในขั้นนี้ ถ้าผู้เรียนสามารถบอกแนวคิด หรือวิธีที่จะใช้หาคำตอบ ๆ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะบันทึกผลโดยวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการด้านนักเรียน แสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียน แสดงวิธีคิดคำนวณผิด หรือแสดงวิธีคิดคำนวณ ไม่ได้ ผู้ศึกษาจะบันทึกสิ่งที่ผิดลงในส่วนต่างๆ ของขั้น Process skills ดังนี้

4.1 ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณซึ่งเป็นการเดาคำตอบที่ผิด ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของการเดาคำตอบ โดยวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ R

4.2 ถ้าพบว่านักเรียนเลือกการกระทำทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณ ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่ตรงกับโจทย์ที่ต้องการแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผลการวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ WO (Wrong Operation)

4.3 ถ้าพบว่านักเรียนได้นำการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตรงกับที่โจทย์ต้องการให้ทำแล้วมาใช้คำนวณอย่างผิดๆ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ E ในแถวของ FA (Faulty algorithm)

4.4 ถ้าพบว่านักเรียนคิดคำนวณผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ FC (Faulty Computation)

4.5 ถ้าพบว่านักเรียนไม่แสดงวิธีคิดคำนวณ หรือ ทำได้โดยผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ E ในแถวของ NR (No response) ทั้งนี้ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิดหมดทุกกรณีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกความผิดพลาดโดยวงกลมล้อมรอบอักษร E ในแถวสุดท้ายในขั้นนี้

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบถ้าผู้เรียนสรุปคำตอบในรูปแบบข้อความ หรือ ภาษา ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ในส่วนของ Words ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในส่วนของ Words เช่นเดียวกัน

ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร C ในส่วนของ สัญลักษณ์ ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ สัญลักษณ์เช่นเดียวกัน

เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

รูบริกเป็นเครื่องมือให้คะแนนชนิดหนึ่งใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน รูบริกประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินการปฏิบัติหรือผลผลิตของนักเรียน และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน เกณฑ์จะบอกผู้สอนหรือผู้ประเมินว่าการปฏิบัติงานหรือผลงานนั้น ๆ จะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง ระดับคุณภาพหรือระดับคะแนนจะบอกว่า การปฏิบัติหรือผลงานที่สมควรจะได้รับความหรือระดับคะแนนนั้น ๆ ของเกณฑ์ของเกณฑ์แต่ละตัวมีลักษณะอย่างไร รูบริกจึงเป็นเหมือนการกำหนดลักษณะเฉพาะ (Specification) ของการปฏิบัติหรือผลงานนั้น ๆ ในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ หรือทั้งสองประการรวมกัน

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการประเมิน (กึ่งกาญจน์ สิริสุนทร. 2550 : 2) การใช้รูบริกมีประโยชน์สำหรับครูและนักเรียนหลายประการ ดังนี้

1. รูบริกเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากทั้งในการเรียนและการสอนการประเมินช่วยปรับปรุงพัฒนาการปฏิบัติหรือการแสดงออกของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยควบคุมการปฏิบัตินั้น ๆ ด้วย โดยครูต้องกำหนดความต้องการหรือความคาดหวังในผลงานของนักเรียนอย่างชัดเจน และแสดงให้เห็นนักเรียนทราบว่าจะทำให้ถึงความคาดหวังนั้น ได้อย่างไร ซึ่งมักปรากฏในผลงานและการเรียนรู้ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างเห็นชัดเจน

2. รูบริกช่วยให้นักเรียนตัดสินใจตัดสินคุณภาพผลงานของตนเองและของคนอื่น ๆ อย่างมีเหตุผล เมื่อรูบริกเป็นแนวทางการประเมินนักเรียนจะสามารถชี้เเนะและแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลงานของตนเองและผู้อื่น ได้ตรงจุด

3. รูบริกช่วยลดเวลาครูในการประเมินงานของนักเรียนผลงานที่ผ่านการประเมินโดยเจ้าของผลงานเองและ โดยกลุ่มซึ่งยึดเกณฑ์หรือรูบริกเป็นหลักนั้น ทำให้ข้อบกพร่องมีน้อยมากเมื่อมาถึงมือครู หากมีสิ่งใดต้องปรับปรุงบอกกล่าวกัน ครูก็เพียงแต่วงประเด็นนั้นในรูบริก นอกจากนี้รูบริกยังช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนมากขึ้น เกี่ยวกับจุดเด่นและสิ่งที่ต้องปรับปรุง

4. รูบริกมีความยืดหยุ่น คือ มีระดับคุณภาพตั้งแต่สีเขียวจนถึงต้องปรับปรุง ทำให้ครูนำไปใช้กับนักเรียนที่ละความสามารถได้ คือ นำไปใช้กับนักเรียนที่เรียนเก่งเก่งจนถึงนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยใช้เกณฑ์สะท้อนผลงานของเขา

5. รูบริกใช้ง่ายและอธิบายได้ง่าย นักเรียนจะรู้ชัดเจนว่าเขาเรียนรู้อะไรบ้าง ในปลายปีเขาก็จะประเมินได้อย่างถูกต้อง ผู้ปกครองก็เกิดความกระตือรือร้น และรู้ชัดเจนว่าลูกหลานจะต้องทำอย่างไรเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

ชนิดของรูบริก

รูบริกมี 2 ชนิด คือ แบบภาพรวม และ แบบแยกส่วน ดังนี้

1. รูบริกแบบภาพรวม

นิทโก (Nitko. 2001 : 159) กล่าวว่า รูบริกแบบภาพรวมจะเหมาะสมกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์การตอบสนอง และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน จุดเน้นของการรายงานคะแนนที่ใช้รูบริกแบบภาพรวมคือ คุณภาพโดยรวม ความคล่องแคล่ว หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระเฉพาะและทักษะซึ่งเป็นการประเมินระดับมิตินี้เดียว

(Mertler, 2001 : 145) การใช้รูบรีคแบบภาพรวมทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วว่าการใช้รูบรีคแบบแยกส่วน (Nitko, 2001 : 159) ดังนั้น ครูจึงต้องอ่านพิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียน โดยตลอด เพื่อให้รู้สึกรับรู้ถึงภาพรวมว่านักเรียนทำอะไรได้และยังใช้เป็นการประเมินสรุปได้ด้วย แต่นักเรียนจะได้รับทราบผลสะท้อนกลับน้อยมาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

| คะแนน | รายละเอียด |
|-------|--|
| 5 | แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างสมบูรณ์ คำตอบประกอบด้วยทุกประเด็นที่ต้องการ |
| 4 | แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วน คำตอบประกอบด้วย ประเด็นส่วนใหญ่ที่ต้องการ |
| 3 | แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วน คำตอบประกอบด้วยประเด็นส่วนใหญ่ที่ต้องการ |
| 2 | แสดงความเข้าใจปัญหาเพียงเล็กน้อย ประเด็นส่วนใหญ่ที่ต้องการไม่ปรากฏ |
| 1 | แสดงความไม่เข้าใจปัญหา |
| 0 | ไม่ตอบ / ไม่ทำงาน |

2. รูบรีคแบบแยกส่วน

นิยมใช้เมื่อต้องการเน้นชนิดหรือลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง นิทโก (Nitko, 2001 : 159) นั้นคือ ใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่ยอมรับการตอบสนอง 1 หรือ 2 ลักษณะ และความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการตอบสนองของนักเรียนนอกจากนี้ ผลลัพธ์ขั้นต้นจะมีคะแนนหลายตัว ตามด้วยคะแนนรวมซึ่งใช้เป็นตัวแทนการประเมินหลายมิติ (Mertler, 2001 : 145) การใช้รูบรีคแบบแยกส่วนทำให้กระบวนการให้คะแนนช้า เนื่องจากเป็นการประเมินหลายทักษะหรือหลายคุณลักษณะเป็นรายบุคคล ทำให้ครูต้องใช้เวลาตรวจสอบผลงานหลายครั้ง การสร้างและการใช้รูบรีคแบบแยกส่วนจึงใช้เวลานาน ซึ่งมีกฎทั่วไปว่าผลงานของแต่ละคนต้องพิจารณาแยกแต่ละด้านในแต่ละครั้งตามเกณฑ์การให้คะแนนดังนั้นการใช้รูบรีคแบบแยกส่วนจึงได้ผลค่อนข้างสมบูรณ์ ผลสะท้อนกลับของการปฏิบัติของตนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งถ้าใช้รูบรีคแบบภาพรวมจะไม่ปรากฏรายละเอียดนี้ ครูที่ใช้รูบรีคแบบแยกส่วน

จึงสามารถที่จะสร้างเส้นภาพ จุดเด่น จุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนได้ คัดค้นแบบรูปรีคแบบ แยกส่วน ต่อไปนี้

จากตัวอย่างรูปรีคทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่า ระดับการปฏิบัติที่หลากหลายของ ผู้เรียนสามารถบรรยายได้ทั้งในด้านปริมาณหรือคุณภาพ บางครั้งครูอาจต้องการใช้ด้าน ปริมาณและคุณภาพหา รูปรีคมี 4 ระดับ ทางด้านปริมาณก็มักใช้ 1 ถึง 4 ทางด้านคุณภาพก็ มักใช้คำที่ขัดหยุ่นได้มาก คำที่ใช้กันทั่วไปก็คือ เชี่ยวชาญ ชำนาญ ช้นฝึกหัด นั่นคือ ใช้ คำอธิบายที่เหมาะสมกับงาน

ข้อยุ่งยากประการหนึ่งในการให้คะแนนงานของนักเรียนโดยใช้รูปรีค คือ การ แปลงเป็นเกรด ไม่ควรคิดถึงรูปรีคโดยนำไปเทียบกับคะแนนร้อยละ ทริส (Trice. 2000 : 134) เช่น ถ้ารูปรีคมี 6 ระดับ ระดับ 3 ไม่ควรถือว่าเท่ากับ 50% กระบวนการเปลี่ยนแปลงคะแนน รูปรีคเป็นเกรดนั้นเป็นกระบวนการทางตรรกะมากกว่ากระบวนการทางคณิตศาสตร์ Trice แนะนำว่า ระบบการใช้คะแนนรูปรีคมักพิจารณาจากค่าเฉลี่ย คือ คะแนนอยู่ที่ค่าเฉลี่ยหรือสูง กว่าค่าเฉลี่ย (ซึ่งที่ค่าเฉลี่ยจะแปลงเป็นเกรด C) มากกว่ากล่าวถึงคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ถ้ารูปรีคประกอบด้วย 9 ลำดับชั้น การปรับเกรดและลำดับชั้นจะเป็น ดังนั้น เมื่อเปลี่ยนคะแนนรูปรีคกลับไปเป็นเกรด (โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา) หรือเปลี่ยน คะแนนรูปรีคเป็นการบรรยายภาพผลสะท้อนกลับ (ในระดับประถมศึกษา) แล้ว ต้องจำไว้ว่า แนวทางที่จะทำให้สำเร็จนั้น ไม่ได้มีเพียงทางเดียว ครูจะต้องหาหรือจัดทำระบบของตนเองที่จะ เปลี่ยนรูปรีคเป็นเกรดได้อย่างเหมาะสมลงตัว ตลอดจนระบบการรายงานผลการปฏิบัติของ ตนเอง

ขั้นตอนการออกแบบรูปรีคมี 7 ประการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นการจับคู่ แนวทางการให้ คะแนนกับจุดประสงค์และการชี้แนะตามความเป็นจริง

ขั้นที่ 2 อธิบายคุณลักษณะที่ต้องการสังเกตเป็นพิเศษซึ่งครูต้องการเห็น(และที่ ไม่ต้องการเห็น)นักเรียนแสดงออกในผลผลิตกระบวนการหรือการปฏิบัติ นั่นคืออธิบาย คุณลักษณะทักษะหรือพฤติกรรมที่ครูต้องการเห็น รวมทั้งข้อผิดพลาดต่างๆไปที่ไม่ต้องการเกิด

ขั้นที่ 3 หาวิธีการต่างๆที่จะอธิบายลักษณะการปฏิบัติที่สูงกว่าระดับค่าเฉลี่ย และต่ำกว่าระดับ ค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละคุณลักษณะที่สังเกตจากขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 สำหรับรูปรีคแบบภาพรวม เขียนคำบรรยายลักษณะงานที่ดีและงานที่ไม่ดี โดยรวมทุกเกณฑ์เข้าด้วยกันเป็นข้อความเดียว สำหรับรูปรีคแบบแยกส่วน เขียนคำบรรยายลักษณะงานที่ดีและงานที่ไม่ดี โดยแยกต่างหากแต่ละเกณฑ์

ขั้นที่ 5 สำหรับแบบภาพรวม เขียนรายละเอียดการปฏิบัติที่อยู่ในระหว่างกลางของระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ย ระดับค่าเฉลี่ยและระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เพื่อให้รูปรีคสมบูรณ์ สำหรับรูปรีคแบบแยกส่วน เขียนรายละเอียดสำหรับการปฏิบัติที่อยู่ระหว่างกลางของทุกเกณฑ์

ขั้นที่ 6 รวบรวมตัวอย่างผลงานของนักเรียน ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละระดับ ซึ่งจะช่วยการให้คะแนนของครูในอนาคต

ขั้นที่ 7 ทบทวนรูปรีคที่ทำแล้ว (ถ้าจำเป็น)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในเรื่องต่าง ๆ ที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

ทวีวรรณ ทองนวล (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดยะลา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 1) เพื่อวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดยะลา 2) เพื่อเปรียบเทียบเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดยะลา ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง 3) เพื่อเปรียบเทียบเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดยะลา ที่ศึกษาในโรงเรียนประเภทต่างกัน ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 1,828 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 229 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ซึ่งโดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 18 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ โดยมีข้อสรุปดังนี้ 1) รูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนใช้มากที่สุดสามอันดับแรกได้แก่ นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาบวกกัน แล้วให้เครื่องหมายของคำตอบเป็นลบ ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกต่างกัน และให้เครื่องหมายของคำตอบเป็นบวก ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกเหมือนกัน อันดับรองลงมาได้แก่ นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาลบกัน ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกต่างกัน และนำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาบวกกัน ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกเหมือนกัน แล้วให้เครื่องหมายของคำตอบเป็นลบ ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกต่างกัน และให้เครื่องหมายของคำตอบเป็นบวก ถ้าเครื่องหมายของตัวตั้งและตัวบวกเหมือนกัน และอันดับสามได้แก่ นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาบวกกัน แล้วให้เครื่องหมายของคำตอบเป็นลบ 2) นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนประเภทต่างกันมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ศึกษาโรงเรียนประจำจังหวัดมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างจากนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนประจำตำบล แต่ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนประจำอำเภอ และนักเรียนที่ศึกษาโรงเรียนประจำอำเภอมมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ศึกษาโรงเรียนประจำตำบล

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2546 : 70 – 76) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2521 ถึง พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นการสังเคราะห์เชิงคุณลักษณะ กลุ่มตัวอย่าง เป็น งานวิจัยในประเทศไทย ซึ่งทำโดยอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นบุคคลเพียงคน เดียว กลุ่มบุคคล หน่วยงาน หรือสถาบันทางการศึกษาและวิทยานิพนธ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับ บัณฑิตศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2521 ถึง พ.ศ. 2546 จำนวน 58 เล่ม ผลการวิจัย พบว่าในแต่ละช่วงชั้นนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 ด้าน ที่ทำการศึกษา ได้แก่ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ บทนิยาม และสมบัติ ด้านการคิดคำนวณ และด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหา

จกกล ทำสวน (2547 : 45 – 48) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม” ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม และผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางการเรียนมากที่สุดในด้านการคำนวณ รองลงมาเป็นการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ และด้านการตีความจากโจทย์ ตามลำดับ ส่วนข้อผิดพลาดในแต่ละส่วนประกอบของแต่ละด้านมีค่าร้อยละ ดังนี้ ด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนสรุปผลไม่ถูกต้องร้อยละ 62.89 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ร้อยละ 21.65 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการและอสมการร้อยละ 8.25 และทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคิดคำนวณ ร้อยละ 7.21 ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในความเข้าใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ ร้อยละ 50.70 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติไม่ถูกต้องร้อยละ 36.62 จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติผิด ร้อยละ 11.27 และขาดทักษะในการเลือกใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติที่เหมาะสม ร้อยละ 1.41 และด้านตีความจากโจทย์นักเรียนมีความผิดพลาดในการแปลความหมายจากประโยคภาษาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ ร้อยละ 76.74 และนำข้อมูลมาใช้ผิด ร้อยละ 23.26

ไข่มุก เลื่องสุนทร (2552 : 61-66) การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 402 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย เรื่องจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย หัวข้อสมบัติของจำนวนนับ หัวข้อระบบจำนวนเต็ม และหัวข้อเลขยกกำลัง ให้สอดคล้อง และครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา จำนวนชั่วโมงเรียน และข้อคำถามแต่ละข้อสามารถเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ครบทั้ง 5 ด้าน มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ให้ นักเรียนแสดงวิธีทำตามลำดับขั้นตอนที่คิดลงในเอกสาร ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ หากค่าความเที่ยงได้ 0.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 2) สัมภาษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความถนัดของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องจำนวน มากที่สุด จำนวน 10 คน โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์ในแต่ละข้อที่นักเรียนมี

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการคิดในการทำแบบวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกว่านักเรียนมีความคิด และความเข้าใจอย่างไร โดยบันทึกลักษณะ และสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการทำมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง “จำนวน” ซึ่งประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ สมบัติของจำนวนนับ ระบบจำนวนเต็ม และเลขยกกำลัง เรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อย คือ ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ ด้านการใช้ข้อมูลผิด และด้านการตีความด้านภาษา

ศศิณา กาละปลูก (2552 : 57 - 62) ได้ทำการศึกษากระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดของนิเวศวิเคราะห์ความผิดพลาดและสาเหตุของความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชนเผ่าลาหู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 10 คน ในโรงเรียนบ้านเมืองนะ อำเภอเชียงดาวจังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ แบบทดสอบ โจทย์ปัญหาสมการแบบเขียนตอบตารางบันทึกคำตอบจากแบบทดสอบ แบบบันทึกการสัมภาษณ์ และแบบวิเคราะห์ความผิดพลาดรายคน จากผลการศึกษาพบว่าความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุดคือ ในขั้นการเปลี่ยนรูปโดยพบว่า สาเหตุเกิดจากการที่นักเรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในโจทย์ปัญหาทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่มีในโจทย์ปัญหา มาสัมพันธ์กันหรือเขียนเป็นสมการได้อย่างถูกต้อง รองลงมาคือการทำความเข้าใจศัพท์เฉพาะ การอ่านและการทำความเข้าใจศัพท์เฉพาะเกิดจากปัญหาด้านการใช้ภาษาไทยในการสื่อสาร รองลงมาอีกคือขั้นการใช้ทักษะกระบวนการเกิดจากการคิดคำนวณเพียงเพื่อต้องการให้ได้คำตอบตรงกับที่คาดคะเนเอาไว้ การนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ผิด การตรวจสอบคำตอบผิด การคิดคำนวณที่ไม่ถูกต้อง และท้ายสุดคือความสะเพร่าของนักเรียนเอง

บุญยงกุล กุลเพชร (2552 : 78 - 86) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2551 ภาคเรียนที่ 1 ที่มีผลการสอบประจำบทวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ไม่ผ่านเกณฑ์ 50 % จากคะแนนสอบประจำบท จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าคือ (1) แบบสอบถามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ (2) แบบทดสอบวินิจฉัยความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 15 ข้อ และ (3) แบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง เลขยกกำลัง ใช้

สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตารางและการบรรยาย ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์และสาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง มีดังนี้ ความหมายของเลขยกกำลัง สัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ การดำเนินการของเลขยกกำลัง สมบัติของเลขยกกำลัง การนำเลขยกกำลังไปใช้

ธารารัตน์ แก้วพะเนาว์ (2553 : 45 – 55) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาลักษณะความคิดพลาดและข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับอนันต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาฏพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของความคิดพลาดและข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกได้เป็น 4 ด้าน คือ ด้านการใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง ด้านเนื้อหา ด้านการคำนวณ และด้านความบกพร่องอื่น ๆ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาฏพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน รวมทั้งครูผู้สอนให้เพิ่มเติมจากแบบเรียน จำนวน 50 ข้อ และแบบวิเคราะห์ความคิดและข้อบกพร่อง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า ลักษณะความคิดและข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาฏพิทยาคม ที่ค้นพบ โดยจำแนกตามประเภทของสาเหตุ เรื่อง ลำดับอนันต์ พบว่า ลักษณะความคิดและข้อบกพร่องที่ตรวจพบในกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 55 คน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ความบกพร่องของเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 32.668 ความบกพร่องในการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 32.412 การใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 26.412 และความคิดหรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่พบเพิ่มเติมจากกำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 8.507 ตามลำดับ

อุไรวรรณ ศรีไชยมูล (2554 : 78 – 139) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 2) เพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 3) เพื่อศึกษาหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีสมเด็จพิภพพัฒนาวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 85 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แบบรูป

ของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 2 แบบ คือ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ แบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบ คือ ผิดพลาดในเทคนิค การทำ และขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 2) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ขาดทักษะการอ่านแปลความ ขาดทักษะในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ขาดทักษะในหลักการแก้สมการ และขาดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง อัตราส่วน การเปรียบเทียบอัตราส่วนของปริมาณสองปริมาณ การทำปริมาณร่วมให้เท่ากัน สาเหตุการเกิดข้อผิดพลาด คือ ขาดความรอบคอบ ขาดการไตร่ตรอง และขาดการรอบคอบในการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 3) แนวทางแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ สอนซ่อมเสริม การฝึกทักษะด้วยนวัตกรรม ด้วยการเสริมแรง แนวทางแก้ไขการเกิดข้อผิดพลาด คือ สร้างความตระหนัก และฝึกทักษะ

สุกัญญา สีสมบา (2554 : 75 – 116) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 2) เพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 3) เพื่อศึกษาหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสมเด็จพิภพพัฒนาวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 87 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์ แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 2 แบบรูป คือ 1) การตีความด้านภาษา สาเหตุเกิดจาก ผู้เรียนไม่สามารถแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ ขาดทักษะในการอ่าน 2) ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ สาเหตุเกิดจากส่วนใหญ่ผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานเรื่องความสัมพันธ์กับเรื่องอสมการ ขาดความเข้าใจกระบวนการและวิธีการเขียนขั้นตอนการหาคำตอบไม่สมบูรณ์แต่ละขั้นตอนไม่ครบและไม่ถูกต้องตามหลักการ

ธีระยุทธ จันทะคิด (2554 : 94-98) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 2) เพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 3) เพื่อศึกษาหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2553 จำนวนนักเรียน 76 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ และแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 1 แบบรูป คือ การบิดเบือนทฤษฎีบท กฎสูตร บทนิยามและสมบัติ และแบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบ คือ ข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำและการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 2) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความเข้าใจในหลักการบวกและการลบพหุนาม และสามเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด คือ ขาดความรอบคอบในการคิด คำนวณ ขาดการไตร่ตรอง และขาดความรอบคอบในการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 3) แนวทางแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ สอนซ่อมเสริม การฝึกทักษะด้วยวัตรกรรม ด้วยการเสริมแรง และแนวทางแก้ไขการเกิดข้อผิดพลาด คือ สร้างความตระหนัก และฝึกทักษะ

งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1979 : 121-130) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อผิดพลาดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ โครงสร้างของสาเหตุเกี่ยวกับเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต และแคลคูลัส 7 อย่าง คือข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับการสุ่ม กฎเกณฑ์ ลำดับ โครงสร้าง การตีความด้านภาษา การสรุปประโยคแสดงที่เกี่ยวกับกริยา การให้เหตุผล และการใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน

ทรูเรน (Truran. 1987 : 58 - 60) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดและเทคนิคการแก้ไขในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 7-15 ปี ที่มีอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ทำการวิจัยเป็นแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ซึ่งมีการบันทึกเสียงไว้ แล้วนำมาสรุปผลการหาสาเหตุของข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคน ตามระดับความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาโดยใช้รูปแบบความผิดพลาด 9 ด้าน ของคาเซย์ คือ รูปแบบของคำถาม การอ่านคำถาม ความเข้าใจคำถาม กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ การเสนอคำตอบความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้ เนื่องจากความระมัดระวังและความผิดพลาดซึ่งควรจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผลการศึกษาพบข้อผิดพลาดตามรูปแบบนี้ แล้วนำเสนอวิธีการแก้ไข คือ ให้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เป็นนามธรรม

มาช่วยทั้งในส่วนบุคคลและในชั้นเรียน ให้นักเรียนใช้สมุดจดคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่พบใหม่พร้อมทั้งความหมายใช้ทักษะการอ่านในการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นต่อไปนี้

วิเคราะห์ประโยคอ่านซ้ำข้อความที่ไม่เข้าใจ ค้นหาคำถามซึ่งต้องการคำตอบ ค้นหาว่าตนเองกำลังศึกษาโจทย์ถึงขั้นใด อ่านประโยคดัง ๆ ถ้ายังไม่เข้าใจ ปรับระดับและสไตล์การอ่านให้ตรงกับเนื้อหาจนเข้าใจในเนื้อหาของคำถาม แล้วแปลความหมายของสิ่งที่อ่านไปสู่การคำนวณ

นอกจากนี้ ครูควรช่วยเหลือนักเรียนแก้ปัญหของบทเรียน โดยการอธิบายในชั้นเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำ

ออง และ ลิม (Ong and Lim. 1987 : 199 - 205) ได้ทำการวิจัยเรื่องความเข้าใจและข้อผิดพลาดในวิชาพีชคณิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจผลการสอนเกี่ยวกับความเข้าใจในวิชาพีชคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในสิงคโปร์ กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีอายุระหว่าง 15 - 16 ปี จำนวน 3 กลุ่ม เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 365 คน นักเรียนระดับเตรียมอุดมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 339 คน และนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 267 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบพีชคณิตที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากของอีวานส์ (Evans) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากที่อายุระหว่าง 15 - 16 ปี ไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ง่าย ๆ ได้ และสาเหตุข้อผิดพลาดส่วนใหญ่ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในการใช้ตัวอักษรแทนตัวแปรหรือค่าคงที่ นักเรียนใช้การแทนค่าจำนวนในสมการโดยไม่พิจารณากรณีที่เป็นไปไม่ได้

ฟัลลิกเนอร์ (Faulkner. 1992 : 80 - 91) ได้ทำการวิเคราะห์ความผิดพลาดจากนักเรียนพยาบาลที่เข้าฟังวิชา Calculus ซึ่งเป็นวิชาที่ไม่คิดคะแนนในโรงพยาบาลใน Melbourne ประเทศออสเตรเลีย ที่คล้ายกับงานของนิวแมนซึ่งการศึกษาคั้งนี้เป็น 1 ใน 2 - 3 งานของนิวแมนที่เคยรายงานถึงผลการสัมภาษณ์ผู้ใหญ่ และผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ความผิดพลาดของนักเรียนพยาบาลเหล่านี้เป็นเรื่องของการทำความเข้าใจ การเปลี่ยนรูป ซึ่งยืนยันบทสรุปแรกเริ่มที่ว่า “ทักษะกระบวนการไม่ใช่พื้นฐานเกือบทั้งหมดในการดำรงอยู่ในชีวิตประจำวัน”

ครีเมน และ เอลลิตัน (Clements and Ellerton. 1996 : 48-50) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 8 อายุ 16 ปี จำนวน 8 คน ในโรงเรียน 5 แห่งของรัฐนิวเซาท์เวลด์ และรัฐวิกตอเรียของออสเตรเลีย โดยให้นักเรียนเขียนตอบคำถามที่ครูถามซึ่งครั้งหนึ่งของคำถามเป็นรูปแบบเลือกตอบคำตอบเดียว และอีกครั้งหนึ่งเป็นรูปแบบให้ตอบสั้น และเมื่อนำรูปแบบการสัมภาษณ์ของนิวแมนมาใช้ พบว่า 80%

ของความผิดพลาด จัดเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่าน การทำความเข้าใจ และการเปลี่ยนรูปและมีเพียง 6% ของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นประเภทเกิดจากการใช้ทักษะคิดคำนวณ

บาร์เซลลอส (Barcellos. 2005 : Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง พีชคณิตของนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในชั้นเรียนที่เรียนพีชคณิตเบื้องต้น จำนวนครึ่งหนึ่งของนักเรียนที่สอบผ่านเท่านั้นโดยสัมภาษณ์หัวข้อเกี่ยวกับ ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด ระหว่างความผิดพลาดในระยะเบียบวิธีการ และความสะเพร่าเล็กน้อยๆตามปกติ พบว่า มีความผิดพลาด 4 ประการ ได้แก่ กรณีที่ 1 คือการไม่เข้าใจในการใช้เครื่องหมายแสดงการเท่ากัน และอีก 3 กรณีเป็นการใช้สมบัติการแจกแจง นักเรียนที่ไม่เข้าใจการใช้เครื่องหมายแสดงการเท่ากัน มีสาเหตุมาจากการเขียนข้อความที่สมมูลกันกับข้อความก่อนหน้าหรือมีสาเหตุมาจากการบกพร่องเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่จะใช้เขียนเพื่ออธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาหาสวนความไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติการแจกแจง มีสาเหตุมาจากความไม่เข้าใจเนื้อหาของการดำเนินการที่ถูกต้อง ข้อค้นพบดังกล่าวมีผลมาจากทั้งความเข้าใจผิดพลาดที่พบมาก (การใช้กระบวนการ โดยไม่ถูกต้อง) และความเข้าใจผิดพลาดที่พบส่วนน้อย (ไม่สามารถใช้กระบวนการที่ถูกต้อง) สิ่งที่นักเรียนแนะนำ คือจำนวนจริงที่ดิคกรณซ์ที่ไม่สามารถถอดรากได้จะเป็นกรณีพิเศษที่สามารถถอดรากได้โดยการดำเนินการของจำนวนจริงดังกล่าว

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และผลการวิเคราะห์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะทำให้ทราบวิธีการคิดของผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตลอดจนกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ข้อมูลเหล่านี้มีความหมายอย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของครู ตลอดจนการคิดหาแนวทางในการช่วยให้นักเรียนหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการเหล่านั้นมาเป็น แนวทางในการทำวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2