

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. ข้อผิดพลาด
4. การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด
5. แนวคิดเกี่ยวกับเศษส่วน
6. แบบทดสอบ
7. การสัมภาษณ์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับ

ความยาว พื้นที่ และปริมาตร ได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่ง ได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้น ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

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

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 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) และ ใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (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 การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ/กระบวนการเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

1. เศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การบวกและการลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน โจทย์ปัญหาเศษส่วน
2. การเขียนทศนิยม ค่าประจำหลักของทศนิยม เศษส่วนกับทศนิยม การเปรียบเทียบทศนิยมการบวกและการลบทศนิยม การคูณทศนิยม การหารทศนิยม การคูณและการหารทศนิยม การบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม การแทนเศษส่วนด้วยทศนิยม จำนวนตรรกยะและจำนวนจริง
3. คู่อันดับ ความหมายของคู่อันดับ การใช้คู่อันดับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกของกลุ่มหนึ่งกับสมาชิกอีกกลุ่มหนึ่งกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างสมาชิกของกลุ่มหนึ่งกับสมาชิกอีกกลุ่มหนึ่ง กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ปัญหา ตัวแปร
4. ประโยคภาษาและประโยคสัญลักษณ์ สมการที่เป็นจริงหรือเท็จ คำตอบของสมการ สมบัติของการเท่ากัน การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการเท่ากัน การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์หรือปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
5. ค่าประมาณ การประมาณค่า
6. รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ ความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

7. ประวัติความน่าจะเป็น การทดลองสุ่ม แผนภาพต้นไม้ โอกาสของเหตุการณ์

8. ทักษะกระบวนการในด้านการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการในด้านการให้เหตุผลทักษะกระบวนการในด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

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

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เศษส่วน	1.1 เศษส่วน	1	1
		1.2 การเปรียบเทียบเศษส่วน	2	1
		1.3 การบวกและการลบเศษส่วน	1	1
		1.4 การคูณเศษส่วน	1	1
		1.5 การหารเศษส่วน	1	1
		1.6 การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน	1	3
		1.7 โจทย์ปัญหาเศษส่วน	2	2
		รวม	9	10

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	ทศนิยม	2.1 การเขียนทศนิยม 2.2 ค่าประจำหลักของทศนิยม 2.3 เศษส่วนกับทศนิยม 2.4 การเปรียบเทียบทศนิยม 2.5 การบวก และการลบทศนิยม 2.6 การคูณทศนิยม 2.7 การหารทศนิยม 2.8 การบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม 2.9 การแทนเศษส่วนด้วยทศนิยม 2.10 จำนวนตรรกยะและจำนวนจริง	1 1 1 1 1 1 2 1 1 2	1 1 1 1 2 1 1 2 1 1
		รวม	12	12
3	คู่อันดับและ กราฟ	3.1 ความหมายของคู่อันดับ 3.2 การใช้คู่อันดับแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างสมาชิกของกลุ่มหนึ่งกับอีก กลุ่มหนึ่ง 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สมาชิกของกลุ่มหนึ่งกับสมาชิกอีก กลุ่มหนึ่ง 3.4 กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1 1 1 3	2 2 2 2
		รวม	6	8

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
4	สมการ	4.1 ปัญหา ตัวแปร ประโยคภาษาและ ประโยคสัญลักษณ์ 4.2 สมการที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จและ คำตอบของสมการ 4.3 สมบัติของการเท่ากัน 4.4 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดย ใช้สมบัติของการเท่ากัน 4.5 การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แทนสถานการณ์หรือปัญหา 4.6 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบที่ได้	2 2 2 3 1 5	1 1 1 3 1 4
		รวม	15	11
5		สอบกลางภาค	1	20
6	การประมาณค่า	6.1 ค่าประมาณ 6.2 การประมาณค่า	1 2	1 2
		รวม	3	3
7	รูปเรขาคณิตสอง มิติและรูป เรขาคณิตสามมิติ	7.1 รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิต สามมิติ 7.2 ความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ	1 4	2 2
		รวม	5	4

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
8	ความน่าจะเป็น	8.1 ประวัติความน่าจะเป็น 8.2 การทดลองสุ่ม 8.3 แผนภาพต้นไม้ 8.4 โอกาสของเหตุการณ์	1 1 1 1	1 2 2 2
		รวม	4	7
9	ทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	9.1 ทักษะกระบวนการในด้านการ แก้ปัญหา 9.2 ทักษะกระบวนการในการให้เหตุผล 9.3 ทักษะกระบวนการในด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ 9.4 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น 9.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1
		รวม	5	5
10		สอบปลายภาค		
รวมตลอดภาคเรียน			60	100

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้มุ่งเน้นเพื่อเป็นทักษะพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้สาระต่างๆ ตลอดจนพัฒนาการความรู้ความสามารถของตนเอง มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับทุกคน สำหรับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สถานศึกษาสามารถปรับให้สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนในแต่ละชั้น ได้จากการพิจารณาในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตรงกับคำว่า Misconceptions ในภาษาอังกฤษ และมีคำอื่นที่มีความหมายใกล้เคียงกัน เช่น Alternative Conception, Erroneous Idea, Alternative Framework (Cho และคณะ, 1985: 707 ; Fisher, 1985 :53) และมีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

เพาเวล (Powell .1983 : 20) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจผิดอันมีพื้นฐานมาจากการให้ความหมายในสิ่งนั้นๆ ไม่ถูกต้อง

รอน โฮซ (Ron Hoz .1984 : 154) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า โครงสร้างของความคิดที่ไม่ถูกต้อง

ดริว (Drews .2005: 11-17) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์

คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จึงเป็นแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนมักจะไม่ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร และครูเองก็ไม่มีเวลาพอที่จะวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ทุกๆเนื้อหา หรือทุกๆทักษะ

แอสล็อก (Ashlock, R.B. 2010 : 121) ได้ให้ความหมายว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง การเข้าใจผิด อาจจะเป็นความคิดผิดพลาด ของกฎ หรือตามลักษณะทั่วไปหรือผลของการตีความที่สอดคล้องทางเลือกของความคิดทางคณิตศาสตร์ เด็กยังมีบางสิ่งที่ยังไม่ได้เข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ยงยศ พุทธิให้ (2543 : 17) กล่าวว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดความเข้าใจไม่ถูกต้อง ความเข้าใจอันผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้จากประสบการณ์และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ ครุมเครือ

พรพิมล ยังฉิม (2546 : 17) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องหรือคลุมเครือ เกี่ยวกับความคิดรวบยอดต่างๆที่ได้รับจากการเรียนรู้

ปุลยอนุช ภูสเพชร (2552 : 19) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ไม่ถูกต้อง ผิดพลาดจากความจริง จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาในระดับสูงได้ถูกต้อง

จากความหมายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังที่กล่าวมาแล้วมาสรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดสำคัญหรือความคิดรวบยอดที่แตกต่างไปจากความเป็นจริง ไม่ชัดเจน ความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง และเป็นความคิดที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันในสังคม อาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือความเข้าใจผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้จากประสบการณ์ และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

ประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ไพน์ส; และ เวสต์ (Pines; & West. 1983 : 47-51) ได้แบ่งประเภทมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกเป็น 3 ประเภทตามสถานการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกันดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน (Misconception Derived From Conflict Learning Situation) แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะของการรับรู้ (Awareness Phase) ระยะของการไม่สมดุล (Disequilibrium Phase) และ ระยะจัดระบบใหม่ (Reformulation Phase) ซึ่งในระยะการรับรู้นั้น ครูต้องจัดเตรียมกิจกรรมต่างๆ อันเป็นการชักนำสิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียนให้ปรากฏออกมา ครูต้องทุ่มเทเวลาให้กับช่วงนี้ เนื่องจากนักเรียนจะเสาะหา ทำความรู้จักกับความรู้ใหม่ๆ ภายในขอบเขตของตนเอง และเมื่อไม่พบสิ่งที่พอสำหรับเขาอาจก่อให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดขึ้นได้ ครูต้องหาแนวทางแก้ไขความคิดที่ผิดพลาดนี้

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน (Misconception Derived From Congruent Learning Situation) เช่น การขยายความหมายของคำแบบหยั่งรู้ (Intuitive Meaning) ผู้ความหมายใหม่ หรือการละทิ้งบางแง่มุมของความหมายของการหยั่งรู้เพื่อคงไว้ซึ่งแง่มุมใหม่ๆ ที่ตนพอใจ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำอันกลายเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติของเด็ก เช่น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและอาหารของพืช ซึ่งนักเรียนจะนำความหมายของคำว่าอาหาร โดยทั่วไป เชื่อมโยงกับความหมายของคำว่าแหล่งอาหารของพืช ทำให้เกิดความสับสนและเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า อาหารของพืชมาจากการที่พืชดูดอาหารจากดิน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยสัญลักษณ์ (Misconception Derived From a Symbolic Knowledge Situation) ความรู้จากสัญลักษณ์ต่างๆ นั้นเห็นชัดในวิชาเคมี เช่น ความรู้เกี่ยวกับการทำปฏิกิริยาของเบนซีนและอนุพันธ์ต่างๆ ของเบนซีน ปฏิกิริยาโบริมชันหรือสารประกอบโรเมติกเหล่านี้ เป็นต้น นักเรียนไม่สามารถ

มองเห็นภาพจริงของปฏิกิริยาและสารประกอบเหล่านี้ ไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์ให้มาสัมพันธ์กับความรู้จริง (Real World Knowledge) ได้

ยงยศ พุทธิให้ (2543 : 18) ได้สรุปว่า ประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งได้ตามสถานการณ์การเรียนรู้ 3 รูปแบบ คือ สถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน สถานการณ์ที่สอดคล้องกัน และสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์

พรพิมล ยังฉิม (2546 : 18) ได้สรุปว่า ประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งตามสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน สถานการณ์ที่สอดคล้องกัน และสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ไม่สามารถมองเห็นภาพจริงได้

ปยุตนาถ กุลเพชร (2552 : 20) ได้จำแนกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์ที่เกิดการขัดแย้งกัน
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้อง คล้ายคลึงกัน
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ที่ใช้สัญลักษณ์ หรือ

สถานการณ์ที่เป็นนามธรรม

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งได้เป็น สถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน สถานการณ์ที่สอดคล้องกัน และสถานการณ์การเรียนรู้ที่เป็นนามธรรม ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสอดคล้อง คล้ายคลึงกัน

สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตามแนวคิดของนักวิชาการต่างประเทศ (Simson and Marek, 1988 ; Fisher, 1985; Halloun and Hestenes, 1985; Pines and west, 1983) สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ดังนี้

1. คำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นอย่างดีพอ
2. การเรียนรู้จากการอธิบายที่เป็นนามธรรม ทำให้ต้องใช้จินตนาการจนอาจเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้
3. การแปลความหมายเกี่ยวกับประสบการณ์ในธรรมชาติ ตามความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต
4. ประสบการณ์ที่ขัดแย้งกันไม่ว่าจะจะเป็นประสบการณ์ในโรงเรียนที่ขัดแย้งกัน ระหว่างครูผู้สอนหรือประสบการณ์ในโรงเรียนกับประสบการณ์ในชีวิตจริง

5. สถานการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การขยายคำไปสู่ความหมายใหม่ที่ต้องเรียนรู้ หรือการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยใช้ได้ผลในบางสถานการณ์มาเป็นข้อสรุปในวิธีการแก้ปัญหาของตนตามสถานการณ์ทั่วไป

6. สถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ เช่น สัญลักษณ์ทางเคมีทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนง่าย

ทัศนีย์ คงบุญ (2537 : 78) ได้สรุปถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

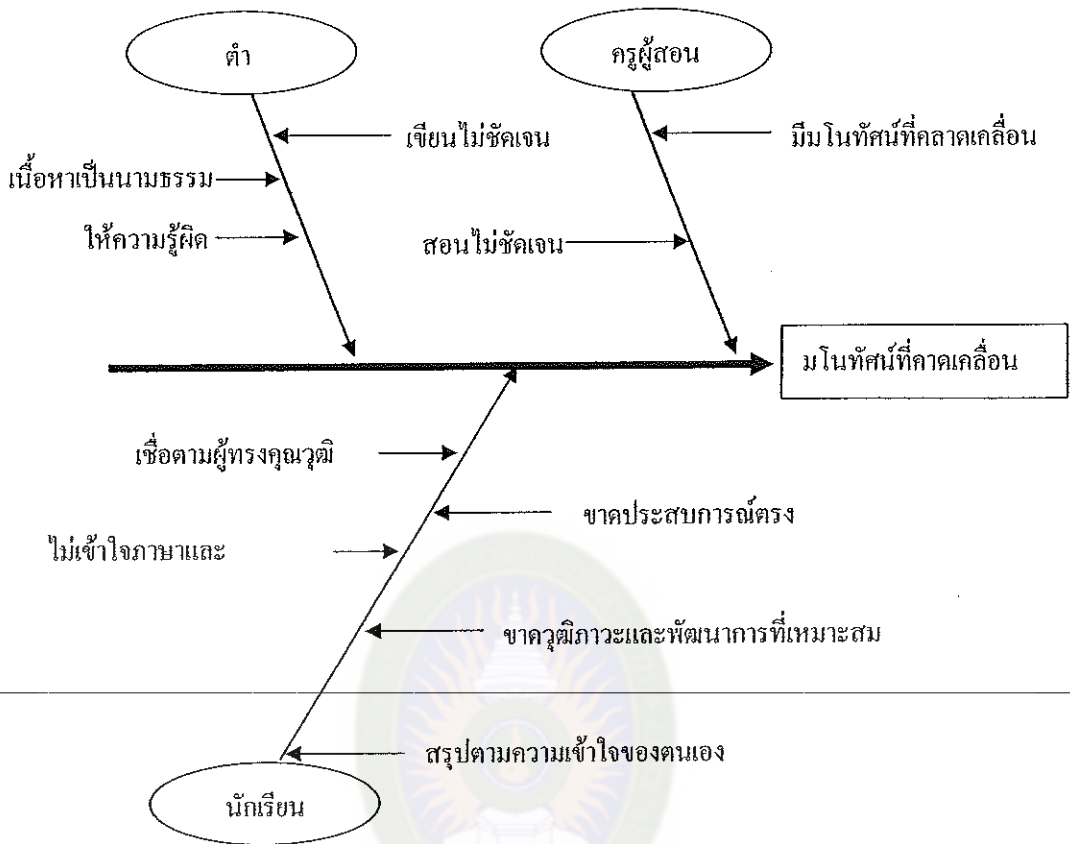
1. ครูสอนไม่ชัดเจน
2. นักเรียนสรุปเอาตามความเข้าใจของตนเอง
3. นักเรียนไม่เข้าใจภาษาที่สื่อสารและสัญลักษณ์
4. นักเรียนขาดประสบการณ์ตรง
5. นักเรียนเชื่อตามผู้อื่นที่นักเรียนให้ความเชื่อถือ
6. ตำราเรียนมีเนื้อหาเป็นนามธรรม

ส่วนนักวิชาการไทย (สุวิมล เขียวแก้ว อ้างอิงจากศิริเดช สุชีวะ, 2538 : 17) ได้สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ 4 ประการ คือ

1. ตำราเรียน
2. พัฒนาการด้านสติปัญญา
3. ภาษา
4. ครูผู้สอน

ศิริเดช สุชีวะ (2538 : 15) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีต เนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมทำให้เกิดจินตนาการที่ผิด ตำราเรียนที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาเรื่องภาษาและสัญลักษณ์ วุฒิภาวะและพัฒนาการทางปัญญาของผู้เรียน ตลอดจนตัวผู้สอนเอง

จากลักษณะและสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ยกมาสามารถสังเคราะห์ได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพที่ 1 การสังเคราะห์ลักษณะและสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากแผนภาพที่ 1 สรุปได้ว่า สาเหตุใหญ่ๆ ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนมี 3 ประการ คือ เกิดจากตัวผู้เรียน เกิดจากหนังสือแบบเรียน และเกิดจากตัวครูผู้สอน

จากสาเหตุการเกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ข้างต้นจะสรุปได้ว่า ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมน้อย มีความเข้าใจที่ได้จากแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ ซึ่งสะท้อนออกมา ในรูปการใช้หลักการ บทนิยาม และสมบัติหรือแบบการคิดที่ผิด และครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา ขาดการเตรียมการสอน การลำดับเนื้อหา ใช้วิธีสอนที่ไม่เหมาะสม ภาษาที่ใช้บางครั้งความหมายของคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน แตกต่างจากความหมายที่ใช้ในสาขานั้นๆ

ข้อผิดพลาด (Error)

ข้อผิดพลาดในการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายและความสำคัญของความผิดพลาดในการเรียนคณิตศาสตร์
คำว่า “ข้อผิดพลาด” มีผู้ใช้คำนี้แตกต่างกันหลายคำด้วยกัน เช่น ความผิดพลาด ข้อบกพร่อง ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น โดยมีความหมายต่าง ๆ กันดังนี้

นิวแมน (Newman, 1977, อ้างใน Marinas and Clements, 1990 : 15) ได้ให้ความหมายของความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง สาเหตุที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรค ที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา

แบรนโดและคณะ (Blando และ Other.1989: 301-308) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์และหารูปแบบความคลาดเคลื่อนทางเลขคณิต ได้สรุปว่า ความผิดพลาดในการฝึกซ้ำขั้นตอนบวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ ความผิดพลาดในการทำผิดเครื่องหมาย หารแทนการบวก ลบแทนการบวก ความผิดพลาดอื่น ๆ เช่น การปฏิเสธที่จะแก้โจทย์ และความผิดพลาดที่ไม่มีรูปแบบแน่นอนเนื่องจากขาดความระมัดระวังในการคำนวณ เช่น การบวกผิด (ลืมตัวทด)

ดริว (Drews .2005 : 14 – 21) ได้ให้ความหมายของความผิดพลาด ไว้ว่า ข้อผิดพลาดอาจเป็นผลของการเข้าใจผิด ความประมาท การขาดข้อความสัญลักษณ์ ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง หรือความรู้เกี่ยวกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ การขาดแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความตระหนักถึงคำตอบหรือการตรวจสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ดังนี้

1. ขาดการจดจำ ขาดการได้ตรงและมัน ไม่ได้เป็นกระทบต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. สามารถกำจัดข้อผิดพลาด โดยครูผู้สอนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของเด็ก ซึ่งเด็กอาจจะมีหรือไม่มีประสบการณ์ในการจัดการใช้เงิน หรือการสังเกตการใช้ความสมดุลในการวัดมวลของรายการหรือการอ่านเวลาบนนาฬิกา
3. การใช้แหล่งเรียนรู้ที่ผิดสามารถนำไปสู่การทำข้อผิดพลาดของเด็ก เช่น เส้นจำนวนสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการช่วยเหลือ การนับ ซึ่งการนับจำนวนหากเด็กไม่เข้าใจวิธีการนับ กลับจากหมายเลขแรกโดยไม่นับรวม

เอชล็อก (Ashlock .2010: 18) กล่าวว่า ข้อผิดพลาด เกิดจากการขาดความใส่ใจ ได้รับข้อมูลมากเกินไป พลาดที่จะจดจำประเด็นสำคัญ หรือให้เหตุผลที่ขาดการไตร่ตรอง จากความผิดพลาดนี้นักเรียนทราบสาเหตุของความผิด และไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

<https://www.ncetm.org.uk/mathemapedia/Misconceptions>. (Retrieved July 20,2010)

กล่าวถึงข้อผิดพลาดว่า เกิดจากการที่ครูให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ไม่เหมาะสมกับวุฒิภาวะและพัฒนาการทางปัญญาของผู้เรียน หรือเกิดจากการที่ครูใช้สื่อ อุปกรณ์การสอนหรือแหล่งเรียนรู้ในบริบทที่ไม่เหมาะสม

อรัญ ชูขจรเคื่อง (2533: 27) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคลาดเคลื่อน คือ ความผิดพลาด ความเชื่อที่ผิด ความคิดเห็นที่ผิดหรือทำไม่ถูกเกิดข้อผิดพลาด

มาลา ปาจุวัง (2542 : 6) ได้ให้ความหมายของข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือ ไม่สามารถเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ข้อผิดพลาดเกิดจาก ข้อผิดพลาดอาจเป็นผลของการเข้าใจผิด ความประมาท การขาดข้อความสัญลักษณ์ การขาดความระมัดระวัง ขาดประสบการณ์ที่สัมพันธ์ ขาดความตระหนัก แปลความสัญลักษณ์ หรือความรู้เกี่ยวกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ การขาดแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความตระหนักถึงคำตอบหรือการตรวจสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ และเนื้อหาผิดพลาดด้วยการขาดประสบการณ์หรือไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

ลักษณะข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

ทรูแรน (Truran 1987 : 92) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ความผิดพลาดและเทคนิคการสอนเพื่อแก้ไขความผิดพลาดนั้น” สรุปรูปลักษณะข้อผิดพลาดทางการเรียน โดยขยายทฤษฎีของนิวแมน (Newman, 1983 : อ้างถึงใน Truran, 1987 : 92) ในการหาสาเหตุที่ผิดและแบ่งระดับความผิดพลาดที่นักเรียนทำไว้ 9 ด้าน คือ

1. รูปแบบของคำถาม
2. การอ่านคำถาม
3. ความเข้าใจในคำตอบ
4. กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
5. การใช้ความรู้แก้ปัญหา
6. ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
7. การเสนอคำตอบ
8. ความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้เนื่องจากขาดความระมัดระวัง

9. ความผิดพลาดซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โมฟโซวิทซ์ - ฮาดาร์, ซาฟสลอฟสกี และ อินบาร์ (Movshovitz – Hadar, Zaslavsky & Inbar. 1987 : 3 - 14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์รูปแบบข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา” โดยได้ศึกษาตามแนวคิดของ Radiz ซึ่งวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของนักเรียนในวิชาพีชคณิตและจัดกลุ่มข้อผิดพลาดได้ 6 ด้านดังนี้

1. การใช้ข้อมูลผิด
2. ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา
3. การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
4. การบิดเบือนทฤษฎีและนิยาม
5. ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
6. ความผิดพลาดในเทคนิคการทำ

เบลนโด และคนอื่นๆ (Blando; et al. 1989 : 301 – 308) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์และหารูปแบบความผิดพลาดทางเลขคณิต” ได้สรุปข้อผิดพลาดทางการเรียนเลขคณิตไว้ 4 ด้าน คือ

1. ความผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญมากกว่าหรือการมีลำดับขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ เป็นต้น
2. ความผิดพลาดอื่นๆ เช่นการปฏิเสธที่จะแก้ปัญหา
3. ความผิดพลาดอื่นๆเช่นการปฏิบัติที่จะแก้ปัญหา
4. ความผิดพลาดที่ไม่มีรูปแบบแน่นอนเนื่องจากขาดความระมัดระวังในการคำนวณ เช่น ขาดความระมัดระวังในการบวก (บวกผิด) เป็นต้น

ยงยศ พุทธิไให้ (2543 : 19) ได้สรุปลักษณะข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า อาจเกิดมาจากครูและนักเรียน ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากครูเนื่องมาจาก รูปแบบคำถาม การใช้ภาษาการให้ข้อมูลผิดพลาด เป็นต้น ส่วนข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากนักเรียนมีด้วยกันหลายสาเหตุ เช่น การอ่านคำถาม ความเข้าใจในคำถาม กลยุทธ์และทักษะในการเลือกใช้ความรู้ การบิดเบือนทฤษฎีและนิยาม ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ เป็นต้น

สุริยา รัตนพลที (2545 : 15) ได้สรุปลักษณะข้อผิดพลาดทางเรขาคณิตศาสตร์ไว้ว่า อาจเกิดมาจากครูและนักเรียน ลักษณะข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากครูเนื่องมาจาก การใช้ภาษา การใช้คำถาม การให้ข้อมูลผิดพลาด เช่น การอธิบายหรือการให้นิยาม โดยการตัดข้อความบางตอนออกเพื่อให้สั้นและกะทัดรัด จนทำให้ความหมายผิดไปจากเดิม

เป็นต้น ส่วนลักษณะความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดจากตัวนักเรียนเนื่องมาจากการขาดประสบการณ์ การรับรู้ข้อมูลที่ผิดพลาด ความจำคลาดเคลื่อน และมีการหาเหตุผลที่ผิดพลาด (ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะส่วนตัวของผู้นั้น เช่น มีความลำเอียงหรือมีความคิดเห็นเอนเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งหรือเพราะความไม่รอบคอบ หรือมีข้อมูลน้อยเกินไป) จึงทำให้สรุปข้อมูลที่ได้มาอย่างไม่ถูกต้อง

บุญยงษ์ กุลเพชร (2552 : 22) กล่าวว่าลักษณะของข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ มีสาเหตุมาจากหลายด้านกล่าวคือ อาจเกิดจากตัวผู้เรียนเองคือ อ่านคำถามไม่เข้าใจ เข้าใจคำถามผิดจากที่ครูถาม ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ หรือการใช้คำถามในรูปแบบ เช่น ไม่เข้าใจกฎ นิยาม สูตร เป็นต้น หรือบางครั้งครูผู้สอนเองทำให้ผู้เรียนเกิดข้อผิดพลาดทางการเรียน

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ลักษณะของข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ มีสาเหตุมาจากหลายด้าน กล่าวคือ อาจเกิดจากตัวผู้เรียนเองคือ อ่านคำถามไม่เข้าใจ เข้าใจคำถามผิดจากที่ครูถาม ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ หรือการใช้คำถามในรูปแบบ เช่น ไม่เข้าใจกฎ นิยาม สูตร เป็นต้น หรือบางครั้งครูผู้สอนเองทำให้ผู้เรียนเกิดข้อผิดพลาดทางการเรียน

ประเภทของข้อผิดพลาด

พรพิมล ยังฉิม (2546 : 18) ได้สรุปว่า ประเภทของความผิดพลาดที่ผิดพลาด แบ่งตามสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน สถานการณ์ที่สอดคล้องกัน และสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ไม่สามารถมองเห็นภาพจริงได้ และ ไม่มีการวัดใดที่มีความถูกต้องสมบูรณ์แบบไม่ว่าอย่างไรก็ตามการวัดจะต้องมีความผิดพลาดอยู่เสมอ ความผิดพลาดแบ่งออกได้เป็น 3 แบบหลักๆ คือ

1. ความผิดพลาดบุคคล (Human Error)
2. ความผิดพลาดระบบ (Systematic Error)
3. ความผิดพลาดไม่แน่นอน (Random Error)

การวิเคราะห์ห้โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

การเรียนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ

การเรียนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ จะต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. Understanding ความรู้ความเข้าใจ
2. Computing การคิดคำนวณ

3. Applying การนำไปประยุกต์ใช้
4. Reasoning การให้เหตุผล
5. Engaging ความน่าสนใจ

แต่ละวิธีดังกล่าวข้างต้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Understanding ความรู้ความเข้าใจ

ในด้านความรู้ความเข้าใจ นักเรียนควรจะเข้าใจพื้นฐาน และความคิดทางคณิตศาสตร์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิธีการดำเนินการ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เข้าใจและรอบรู้เกี่ยวกับโดแกรม สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์กับบริบทของตัวเองว่ามีความเกี่ยวข้องกันและจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้อย่างไร

2. Computing การคิดคำนวณ

ขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การบวก การลบ การคูณ และการหาร ซึ่งเราสามารถเลือกดำเนินการได้หลากหลายวิธี เลือกใช้ได้ตามความสะดวก แต่ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมเช่นการคำนวณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นวิธีการสะดวกและคล่องแคล่ว การคิดในใจหรือด้วยกระดาษและดินสอทด ซึ่งแล้วแต่เราจะเลือกวิธีการใดให้เหมาะสม (ในการวัดเรขาคณิตพีชคณิตสถิติ)

3. Applying การนำไปปรับใช้

การนำไปปรับใช้ นักเรียนควรมีความสามารถในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์และคิดค้นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดและวิธีการที่เหมาะสม นอกจากนี้ นักเรียนต้องสามารถคิดและหากกลยุทธ์ในการการแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีอื่นและรู้จักเลือกใช้แต่ละกลยุทธ์นั้นให้เกิดประโยชน์มากที่สุดในการแก้ปัญหา

4. Reasoning การให้เหตุผล

การให้เหตุผลเป็นทักษะที่ใช้ร่วมกันกับคณิตศาสตร์ ด้วยการคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงตรรกะระหว่างแนวความคิดและสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำองค์ประกอบของปัญหานั้นมาว่าสถานการณ์ที่เรากำหนดนั้นเหมาะสมกันหรือไม่อย่างไร

5. Engaging การเชื่อมโยง

เห็นว่าความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์และถ้าคุณทำงานที่ไหนจะได้รับความชื่นชม เพราะการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์คือกุญแจสำคัญสู่ความสำเร็จ

การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด (Analysis of Misconception and Error)

การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด หมายถึง การแยกแยะความคิดสำคัญหรือความคิดรวบยอดที่แตกต่างไปจากความเป็นจริง และเป็นความคิดที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันในสังคมออกเป็นส่วนย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อทำความเข้าใจให้ชัดเจนมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้เราทราบแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด เราสามารถค้นหาสาเหตุได้จากแบบรูป และจากสาเหตุที่ค้นพบทำให้เรามองเห็นแนวทางของการแก้ไข

โมว์โซวิทซ์ และคณะ (Movshovitz and others, 1987: 4-17) กล่าวว่า การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด มีทั้งหมด 5 ด้าน และมีการรวมด้านย่อยๆ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจน เหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน และบริบทของชั้นเรียน ดังนี้

1. ด้านการใช้ข้อมูลผิด (Misused Data) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้
 - 1.1 ละเลยการใช้ข้อมูลที่เป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา
 - 1.2 ทำผิดพลาดโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ
 - 1.3 คัดลอกโจทย์ผิด
2. ด้านการตีความด้านภาษา (Misinterpreted Language) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
3. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ (Distorted Theorem or Definition) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้
 - 3.1 ขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม 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) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ

วายนี D.Wayne Dworsky (2009 : 14) กล่าวว่า นับตั้งแต่มีการเกิดขึ้นของ อารยธรรมมนุษย์พยายามพัฒนาให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงในยุคโลกาภิวัตน์ ที่จะกล่าวอ้างถึงความจริงเชิงตรรกะ เรายึดที่ตรงการใช้คำฟุ่มเฟือย เรามีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับตรรกะเกี่ยวกับโลกมาก ที่เรามุ่งหวังที่จะแสดงความเหนือกว่าโดยธรรมชาติของเรา ความเข้าใจผิดตรรกะมาก ดัง 10 ตัวอย่างที่ส่วนใหญ่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดดังนี้

1. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการใส่ผิดค่า ผิดที่ ผิดตำแหน่ง เด็กไม่รู้ว่าแต่ละจำนวนควรจะอยู่ที่ไหน

2. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเศษส่วน 1 หาดด้วย $\frac{1}{2}$ ตอบอย่างทันทีว่าเป็น $\frac{1}{2}$ ผิด คำตอบที่ถูกคือ 2 1 หาดด้วย 2 ได้ เป็น $\frac{1}{2}$ เพราะจำนวนเต็มหารด้วยเศษส่วนจะได้เศษส่วนเสมอ แต่เมื่อคูณหารโดย $\frac{1}{2}$ ตัวหารเป็น $\frac{1}{2}$ มีค่าน้อยกว่า 1 และ $\frac{1}{4}$ มีค่าน้อยกว่า 2 การทำคำตอบ 4 ครั้งเป็นใหญ่ หรือการประยุกต์ใช้วิธีอื่น โดยการหาร 1 โดย $\frac{1}{2}$ หมายถึง การตัดจำนวนหลัก (1 ในกรณีนี้) ออกเป็น 2 ส่วนครึ่งหนึ่งซึ่งเป็น 2 ทั้งหมด ตอนนี้อยู่ที่หารด้วย $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ ก็ยังคงไม่ $\frac{1}{2}$ เพราะตอนนี้คูณแบ่งครึ่งออกเป็น 4 ส่วน

3. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการแบ่งส่วนของวงกลมหมุนจากจุดศูนย์กลางที่แบ่งออกเป็นสามส่วน ครึ่งหนึ่งของวงกลมเป็นสี่แฉงอีกครึ่งหนึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กันคือสี่น้ำเงินและ สี่เขียว ในการหมุนหนึ่งครั้งความน่าจะเป็นที่จะได้สี่น้ำเงินเป็นเท่าไร คนส่วนมากจะตอบทันทีว่า $\frac{1}{3}$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด เรากล่าวว่าครึ่งวงกลมเป็นสี่แฉงอีกครั้งหนึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ที่ทำให้แต่ละส่วนเหล่านั้น $\frac{1}{4}$ ของวงกลมทั้งหมด ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะได้สี่น้ำเงิน เป็น $\frac{1}{4}$

4. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ของการหยิบไพ่ ในการสุ่มใน 1 สำหรับให้หาความน่าจะเป็นของวาดเอชหรือหัวใจเป็นอย่างไร สาเหตุที่คิดผิด คือ มีสี่เอชและ 13 หัวใจ 4 และ 13 เป็น 17 ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ในการหยิบไพ่ 52 ใบเท่ากับ $\frac{17}{52}$ จึงผิด ความจริงคือมี 4 เอชก็ยังเป็นจริงที่มี 13 หัวใจและมันเป็นความจริงที่แน่นอนของพวกเขา คือผลรวม 17 ซึ่งผิดเพราะ คุณนับแต้มของหัวใจสองครั้ง คำตอบที่ถูกคือ $\frac{16}{52}$

5. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์ แนวคิดของทฤษฎีพีทาโกรัสที่มีชื่อเสียง คนส่วนใหญ่คิดว่าพีทาโกรัสมัน : $a^2 + b^2 = c^2$ ผิดนี้จะสามารถเป็นจริงหากเส้นแขนงของสามเหลี่ยมมุมฉากจะแทนด้วย B และ C ตามลำดับและคิดเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก แต่ถ้า

ตัวอักษรเหล่านั้นจะหันไปรอบ ๆ เพื่อที่หนึ่งของเส้นแขนงจะแสดงเป็น C แล้วสูตรจะไม่ใช่จริง ใฝ่เพียงผลรวมของกำลังสองของความยาวของขาจะเท่ากับกำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

6. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์มาใกล้เกี่ยวกับค่าของพายเมื่อใดก็ตามที่มีคนถามค่าของพายจะเข้าใจทันทีว่า π มีค่าเป็น 3.14 ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด ค่าของ π จะถูกกำหนดโดยการเปรียบเทียบขอบเขตที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนั้น เท่ากับ $\frac{c}{d}$ การวัดที่แม่นยำยิ่งขึ้นกลายเป็นที่ถูกต้องมากขึ้น

7. ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิต

8. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

เช่น $\frac{1}{2}$ ของบวก $\frac{1}{3}$ เด็กจะตอบ $\frac{1}{5}$ ผิด

9. ความเข้าใจผิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องจำนวนจินตภาพ เช่น รากที่สองของ -1 เด็กจะตอบ -1 ซึ่งผิด! คำตอบ : รากที่สองของ -1 เป็นจินตภาพ

10. ความเข้าใจผิดวิธีการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขอนุกรม เช่น การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 Carl Friedrich Gauss, เขาหาผลรวมมาจนถึงจำนวน 5,050 ซึ่งเป็นผลรวมของลำดับหรือผลรวม = จำนวนครั้ง (ครั้งแรก + ล่าสุด) หารด้วย 2 หรือ $S = N(F + L) / 2$, ครูที่น่าแปลกใจของเขาให้การปฏิเสธ

ตัวอย่าง การวิเคราะห์หมัน โนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในการลบจำนวน 3 หลัก ของเด็กชาวยุโรป

$$\begin{array}{r} 4 \ 4 \ 6 \\ 3 \ 0 \ 2 \\ \hline 1 \ 0 \ 4 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 7 \ 6 \ 0 \\ 2 \ 3 \ 0 \\ \hline 5 \ 3 \ 0 \end{array}$$

การวิเคราะห์หาแบบรูปของหมัน โนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

พบว่าเด็กชาวยุโรปจะคำนวณ $0 - 0 = 0$ ได้อย่างถูกต้อง แต่เขาก็เขียน 0 ในโจทย์ที่มีค่าต่างของการลบเลขที่มีจำนวนกับศูนย์ด้วยเช่นกันเมื่อตัวตั้งมีจำนวนมากกว่าศูนย์แต่ตัวลบมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งยุโรปอาจจะเกิดความสับสนว่าการลบก็เหมือนกับการคูณที่ว่าเมื่อมีการคูณเลขใด ๆ กับศูนย์ คำตอบที่ได้จะมีค่าเท่ากับศูนย์นั่นเอง

สาเหตุที่เด็กมีโน้ตที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

การสัมภาษณ์เด็กชายวรกานจะทำให้ได้ทราบข้อมูลที่แท้จริง เช่น วิธีการคิดข้อที่ถูกต้องอย่างไรและสามารถจำแนกระหว่างการลบกับการคูณได้หรือไม่ ก็จะทำให้เราทราบสาเหตุแท้จริงที่ทำให้เด็กชายวรกานเกิดมีโน้ตที่คลาดเคลื่อนหรือเกิดข้อผิดพลาดเพื่อที่จะได้หาแนวทางในการแก้ปัญหา

แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

1. ใช้ Ten Box หรือมัดไม้มาวาดเป็นรูปเพื่อเป็นการแสดงแทนจำนวนตัวตั้งของโจทย์ ดังภาพ ให้คำแนะนำนักเรียนในการวางตำแหน่งโดยให้วาดหลักหน่วยทางขวามือ และหลักร้อยทางซ้ายมือในการคิดคำนวณ ยกตัวอย่างเช่นในข้อ E ให้นักเรียนลบเลข (มัดไม้หรือกล่อง) ที่เป็นตัวตั้งในหลักหน่วย คือให้นักเรียนลบเลขออก 2 หน่วย ซึ่งจะเหลือเลขอยู่ 4 หน่วย จากนั้นก็ให้ลบเลขในหลักต่อไป สำหรับตัวอย่างอื่นๆคุณอาจจะช่วยนักเรียนคำนวณในกรณีที่มีการยืมเลขเพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนดูก่อนเป็นต้น

2. พยายามใช้เกมต่างๆเข้ามาช่วย ถ้านักเรียนมีความเข้าใจว่าการลบมีกระบวนการคิดเกี่ยวกับค่าศูนย์เหมือนกับการคูณ นักเรียนอาจจะเกิดความสับสนในเรื่องค่าของคำตอบที่ได้จากการคูณรวมไปถึงการคำนวณแบบอื่นๆไปด้วย สำหรับการสอนกฎของเลขศูนย์ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ให้เตรียมการ์ดตามภาพด้านล่าง (การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในแนวตั้งแบบนี้อาจเหมาะสมในบางกรณี และอาจจะรวมไปถึงการหารด้วยตั้งโจทย์ $0 \div 3 = ?$ เป็นต้น) ในการคิดเกมสำหรับนักเรียนแต่ละคนหรือการเล่นเป็นคู่ การ์ดควรมีจำนวน 2 ชุดด้วยเช่นกัน โดยในชุดหนึ่งมีศูนย์เป็นคำตอบ แต่อีกชุดหนึ่งมีศูนย์ในคำตอบของการ์ด

3. การให้คำนวณเลข คือ ให้นักเรียนได้พยายามคำนวณเลขในหลายๆแบบ คือ การบวกเลขด้วยศูนย์ การลบเลขด้วยศูนย์ และการคูณเลขด้วยศูนย์ จากนั้นถามนักเรียนเกี่ยวกับค่าหรือหลักของการคำนวณในแต่ละแบบ แล้วดูว่านักเรียนสามารถเปรียบเทียบกฎในแต่ละแบบการคำนวณว่ามีกฎอะไรเหมือนและต่างกันอย่างไร

การวิเคราะห์มีโน้ตที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด สามารถสรุปได้ คือ การแยกแยะสิ่งที่จะพิจารณาออกเป็นส่วนย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อทำความเข้าใจแต่ละส่วน คือ หาแบบรูป สาเหตุ และหาทางแก้ไข รวมทั้งการสืบค้นความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เพื่อดู

ว่าส่วนประกอบปลีกย่อยนั้นสามารถเข้ากันได้หรือไม่ สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างแท้จริง

แนวคิดเกี่ยวกับเศษส่วน

ความหมายของเศษส่วน

เศษส่วนมาจากคำว่า Frangere ซึ่งเป็นภาษาละติน แปลว่า แฉกออก หมายถึง การนำเอาของชิ้นหนึ่งหรือจำนวนหนึ่งมาแยกออกเป็นส่วนย่อยที่เท่ากัน ส่วนย่อยที่เท่ากันนี้ เป็นตัวส่วนของเศษส่วน ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ได้แก่ (Downess and Paling, 1957 : 340) (Ameis, 2006 : 1-3, Bennett & Nelson, 2004 : 276 – 279, Kennedy & Tipps, 1994 : 424 – 425, Wu, 1998 : 2, กาญจนนา กาญจนกุล, 2549 : 1 และ โสภิต จันทรชลอ, 2549 : 1)

เศษส่วน เป็นจำนวนที่เขียนไว้ในรูปของ $\frac{a}{b}$ ซึ่งทั้ง a และ b แทนจำนวนเต็ม และ b ต้องไม่เท่ากับ 0 เรียก a ว่า ตัวเศษ (Numerator) และ b ว่า ตัวส่วน (Denominator) (Lay, 1968 : 128)

เศษส่วน เป็นจำนวนสองจำนวนที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\frac{n}{y}$ เมื่อ n และ y เป็นจำนวนเต็มที่ $y \neq 0$ ซึ่งสามารถสื่อความหมายได้ 3 ประการ ดังนี้ (Fehr and Phillips, 1972 : 237)

1. อัตราส่วน

2. การหาร

3. ส่วนที่แบ่งออกเท่าๆ กันจากหนึ่งหน่วยหรือหนึ่งกลุ่ม

เศษส่วน ประกอบด้วยคู่อันดับของจำนวนเต็ม ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\frac{a}{b}$ หรือ $\frac{a}{b}$ ซึ่งจำนวนเต็มที่อยู่ด้านบน เรียกว่า ตัวเศษ จำนวนเต็มที่อยู่ด้านล่าง เรียกว่า ตัวส่วน และตัวส่วนต้องไม่เท่ากับศูนย์ (Alan, 1990 : 234)

เศษส่วน หมายถึง ส่วนใดๆ ส่วนหนึ่งของทั้งหมด หรือส่วนใดๆ ส่วนหนึ่งของกลุ่ม เช่น จำนวนแอปเปิ้ลครึ่งลูกของทั้งหมด หรือครึ่งหนึ่งของกล่องที่มีสีเขียนอยู่ 8 แห่ง บางครั้งเศษส่วนอาจหมายถึงชื่อของจำนวนก็ได้ (Herbert and Other, 1998 : 183)

เศษส่วน หมายถึง สัญลักษณ์ประกอบด้วย ตัวเศษ ซึ่งแสดงส่วนแบ่งที่กล่าวถึง ตัวส่วน ซึ่งแสดงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆ กัน และมีเส้นคั่นระหว่างตัวเศษ

และตัวส่วน เช่น $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{5}$ เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

2551 : 279)

สรุปได้ว่า เศษส่วน แสดงจำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งของหนึ่งหน่วยหรือหนึ่งกลุ่มที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเท่าๆ กัน จำนวนของสิ่งที่ต้องการจากส่วนย่อยทั้งหมด เรียกว่า ตัวเศษ และจำนวนของส่วนย่อยทั้งหมดที่แบ่งออกจากหนึ่งหน่วยหรือหนึ่งกลุ่ม เรียกว่า ตัวส่วน

ธรรมชาติของเศษส่วน

การเข้าใจความหมายของตัวเศษและตัวส่วนนั้น เป็นกุญแจที่นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนเรื่องเศษส่วน ซึ่งยากสำหรับเด็กมากและการเริ่มต้นสอนเรื่องเศษส่วนจะต้องเลือกเฉพาะเศษส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็กก่อนแล้วจึงสอนส่วนที่ยากและสลับซับซ้อนยิ่งขึ้นตามลำดับ (Glenn. 1957 : 250-255)

ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนเป็นเรื่องสำหรับเด็ก เพราะเศษส่วนเป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนอีกแบบหนึ่ง ที่มีทั้งตัวเศษและตัวส่วน ซึ่งทั้งตัวเศษและตัวส่วนจะต้องมีความสัมพันธ์กัน จะแยกจากกันไม่ได้ (Gibb. 1959 : 91)

การสอนเรื่องเศษส่วนนั้น ครูควรนำประสบการณ์ของเด็กมาใช้ให้สัมพันธ์กับการเรียนการสอน และการสอนเศษส่วนที่ตื้นนั้นจะต้องยกตัวอย่างจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อนแล้วจึงเป็นกึ่งรูปธรรมและนามธรรมตามลำดับ (Larson. 1966 : 236)

เศษส่วนเหมือนจำนวนต่างๆ ไป แต่มีลักษณะนามธรรม ครูควรอธิบายให้เด็กเห็นจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยให้เด็กได้ทำกิจกรรมหลังจากนั้นจึงค่อยๆ นำไปสู่ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วน (Fehr and Phillips. 1972 : 236)

สรุปได้ว่า ธรรมชาติของเศษส่วนเป็นเรื่องยากสำหรับเด็กในระดับประถมศึกษา ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องจัดลำดับขั้นตอนการสอนให้เป็นระบบ ครูควรสอนจากรูปธรรมไปหานามธรรม และพยายามนำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาใช้ให้สัมพันธ์กับการเรียนการสอนให้มากที่สุด

การสอนเศษส่วน

การสอนเศษส่วนมีประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึง ดังนี้ (ดวงเดือน อ่อนน่วม 2537: 157-158)

1. จะต้องเน้นให้ผู้เรียนเห็นว่า ตัวส่วนของเศษส่วนต้องแสดงจำนวนของส่วนย่อยที่เท่ากัน ถ้าจำนวนของส่วนย่อยไม่เท่ากันจะเขียนในรูปเศษส่วนไม่ได้

2. สื่อการสอนสำเร็จรูปหรือสื่อการสอนที่ครูสร้างเอง เช่น แบบรูปเรขาคณิต สามารถแบ่งเป็นส่วนที่เท่ากันทุกประการได้ แต่สื่อการสอนประเภทของจริง เช่น ผลไม้ ครูควรพยายามหาผลไม้ลูกที่แสดงรูปทรงเรขาคณิตได้ใกล้เคียงที่สุด และอธิบายให้ผู้เรียน เข้าใจว่าการใช้เศษส่วนในชีวิตประจำวันเป็นการกะประมาณ

3. การฝึกผู้เรียนให้เขียนจำนวนนับในรูปเศษส่วน และการเขียนเศษส่วนในรูป ของจำนวนนับ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับและเศษส่วน ได้ดี

4. การสอนการบวก ลบ และคูณเศษส่วน ผู้เรียนพอจะหาข้อสรุปเป็นวิธี คำนวณจากการสังเกตภาพและเส้นจำนวน ได้เพราะวิธีคำนวณไม่ซับซ้อน ส่วนการหาร เศษส่วนนั้น วิธีคำนวณไม่ตรงไปตรงมา ดังนั้น ครูควรแสดงวิธีการคำนวณที่หลากหลาย แล้วนำผลหารที่ได้ไปเทียบกับวิธีอื่นๆ ที่ได้ผลหารเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปการหาร เศษส่วนได้

5. ในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอด (Concept) เรื่องใดควรควบคุมตัวเลขให้ ง่ายและสามารถแสดงความคิดรวบยอดของเรื่องได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับ เรื่อง การบวก ลบ เศษส่วน พบว่า เศษส่วนเป็นเรื่องยากสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพราะเด็กจะมีความคิดรวบยอดที่สับสน การสอนเศษส่วนในขณะที่ เด็กมีทักษะด้านการคำนวณน้อยและไม่เข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนดีนั้น ครูมัก ประสบความล้มเหลว เด็กส่วนมากตอบข้อสอบโดยขาดความคิดพื้นฐานทางจำนวนและใน ตอนสุดท้ายเขาได้เสนอแนะว่า การเรียนการสอนเศษส่วนให้ได้ผลดีนั้น ควรให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการเรียนการสอนกับการพัฒนาความคิดรวบยอดและควร เน้นการปฏิบัติที่ต้องใช้รูปธรรมให้มากที่สุด (Thomas, 1976 : 137-141) และการสอนโดยให้ เด็กปฏิบัตินั้นสามารถช่วยให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจได้ แต่วิธีการสอนบวกและการลบ เศษส่วนซึ่งเป็นวิธีที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ให้ผลเป็นที่พอใจ ทั้งนี้เพราะได้พัฒนา วิธีการสอนจากความคิดของผู้ใหญ่เป็นเกณฑ์ โดยมองข้ามความสามารถของเด็กไปว่า เด็กมี ความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ และจากการสังเกตความสามารถในการเรียน เรื่อง การ บวก ลบ เศษส่วนของ พบว่า มีพื้นฐานที่ดีสำหรับที่จะเข้าใจความคิดเบื้องต้น ในการบวกและ การลบแล้ว

แนวทางแก้ไขการบวกและการลบเศษส่วน

สถาบันการศึกษา และนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการเรียนการสอน เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน จากการใช้ของจริง เส้นจำนวน รูปเรขาคณิต เช่น วงกลม

รูปเหลี่ยมต่าง ๆ และแถบเศษส่วน โดยใช้ความหมายของเศษส่วนจากของหนึ่งหน่วยและของหนึ่งกลุ่ม สำหรับแนวทางการสอนการบวกและการลบเศษส่วน มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

ซอชชีค (Sovchik (1996 : 350) เสนอแนวทางการสอน จากการใช้ชิ้นส่วนของแถบเศษส่วนเพื่อนำไปวางไว้ในแถบเศษส่วนที่กำหนดให้สถานการณ์ที่นำมาพิจารณา ควรเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

เบนเนต (Bennett และ Nelson (2004 : 303), Musser และ Burger (1997 : 226 , 230) ได้เสนอแนวทางการสอนเรื่องการบวกเศษส่วน โดยการ ใช้แถบเศษส่วนสองชิ้นที่มีขนาดเท่ากันและแบ่งส่วนย่อยเท่ากันมาวางเรียงทับกัน เพื่อหาผลรวมของส่วนที่แรเงาทั้งหมด

สุวร กาญจนมยุรและคณะ (2544 : 157) เสนอแนวทางการสอนเรื่องการบวกเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน โดยอาศัยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 10×10 เริ่มต้นให้นักเรียนนำแผ่นรูปภาพมาแบ่งส่วนให้เท่ากันและระบายสีต่างกันซึ่งแผ่นรูปภาพแต่ละแผ่นสามารถนำมาใช้อธิบายการบวกเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน โดยการนำมาวางทับกัน

2. การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

Sovchik (1996 : 351) อาศัยแถบเศษส่วนที่เท่ากันมาช่วยสร้างความเข้าใจกล่าวคือ การระบายสีแถบเศษส่วน โดยใช้สีต่างกันสามารถบวกเศษส่วน โดยให้ส่วนที่ระบายด้วยสีเทาอ่อนแต่ละส่วนและส่วนที่ระบายด้วยสีเทาเข้มแต่ละส่วนเมื่อนำมารวมกันและต้องการคำตอบจากสีเทาอ่อนสีเดียวและสีเทาเข้มเพียงสีเดียว จะไม่สามารถพิจารณาได้

Musser และ Burger (1997 : 226) เสนอแนวทางการสอนอีกวิธีหนึ่งคือการบอกหลักการ จากนั้นยกตัวอย่างการแสดงวิธีทำเพื่อให้นักเรียนพิจารณาและดำเนินการบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน และสรุปเป็นหลักการอีกครั้งหนึ่ง

Bennett และ Nelson (2004 : 306) กล่าวถึงการลบเศษส่วน โดยมีหลักการสอดคล้องกับการบวกเศษส่วนของ Sovchik (1996 : 350-351) ซึ่งแสดงการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

สิริพร ทิพย์คง (2542 : 28) กล่าวถึงการบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน โดยที่ตัวส่วนของเศษส่วนเป็นพหุคูณของกันและกัน ทำได้โดยการทำเศษส่วนให้มีส่วนเท่ากันเสียก่อน ซึ่งอาศัยวิธีการทำส่วนให้เท่ากันจากที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการเปรียบเทียบและการ

เรียงลำดับเศษส่วน (ในกรณีนี้จะเรียกว่า การขยายเศษส่วน) จากนั้นจึงนำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน ซึ่งการขยายเศษส่วนเป็นการทำตัวเศษและตัวส่วนให้มีค่ามากขึ้น โดยที่ค่าของเศษส่วนยังคงเดิม

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่ได้กล่าวมานั้น รูปแบบการเรียนการสอนมีหลากหลาย โดยแต่ละวิธีการเริ่มต้นด้วยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รูปภาพหรืออุปกรณ์ที่จับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจและสรุปหลักการ ซึ่งครูผู้สอนควรคำนึงถึงการเลือกกิจกรรมในการดำเนินการให้เหมาะสม ตรงตามความสามารถและความถนัดของนักเรียนเพื่อให้การเรียนรู้ที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตามการดำเนินการสอนไม่ควรใช้รูปแบบที่หลากหลายจนเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและขาดความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้

แบบทดสอบ

ความหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ทางด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้านต่างๆที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้ 2 ชนิดคือ แบบที่ครูสร้าง และแบบมาตรฐานแบบทดสอบที่ดีต้องมี ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ความลึกของคำถาม ความยืดหยุ่น ความจำเพาะเจาะจง ความเป็นปรนัย มีประสิทธิภาพ มีอำนาจจำแนก มีความยาก มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

บราวน์ (Brown . 1998 : 90) ให้ความหมายแบบทดสอบว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ (Systematic Procedure) หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการบริหารจัดการและให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม (Behaviors) ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้น โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการวัด โดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด (Sample of all Possible Items) ตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจึงต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถาม

ทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้นและถ้าผู้ตอบตอบข้อข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูกต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ. (2542 : 72) ให้ความหมายแบบทดสอบว่า เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

ไพศาล วรคำ (2552 : 227) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบ (Test) หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

ประเภทของแบบทดสอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2549 : 63) ประเภทของแบบทดสอบ สามารถแบ่งประเภทออกได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่จะใช้ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบกาถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้นๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบอัตนัยหรือความเรียง

แบบสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test)

ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วทำให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

หลักในการสร้าง

1. เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน ระบุจำนวนข้อคำถาม เวลาที่ใช้สอบ และคะแนนเต็มของแต่ละข้อ
2. เนื่องจากข้อสอบแบบนี้มีเฉพาะคำถาม และแต่ละข้อ มักจะให้คะแนนมาก ดังนั้น ควรเขียนคำถามให้ชัดเจนเพื่อไม่ให้ไขว้เขวในการตอบ
3. ไม่ควรตั้งคำถามเฉพาะประเภทความรู้ความจำหรือถามปัญหาที่มีคำตอบในหนังสือ ซึ่งเป็นการให้ตอบแบบจำกัด (Restricted Response) แต่พยายามถามประเภทสูงกว่าความรู้ความจำ คือ ถามให้ใช้ความคิด ซึ่งเป็นการให้ตอบแบบขยาย (Unrestricted Response) มักขึ้นต้นด้วยคำว่าจงอธิบาย จงอภิปราย จงบรรยาย จงเปรียบเทียบ จงวิเคราะห์ ให้ประมาณค่า ให้บอกความสัมพันธ์ วิเคราะห์ เป็นต้น

4. กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร เพราะผู้ตอบต้องใช้เวลารวบรวมความคิด จัดระบบความคิด และเขียนคำตอบด้วยถ้อยคำของตัวเอง หากกำหนดเวลาน้อย ไม่สามารถใช้พลังความคิดได้เต็มความสามารถ

5. เลือคำถามเฉพาะจุดที่สำคัญของเรื่อง เพราะไม่สามารถถามได้ทุก ๆ เนื้อหาที่เรียน

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

6.1 ไม่สามารถวัดเรื่องที่สำคัญได้ทุกเรื่อง

6.2 คำถามแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน จะมีปัญหาในการจัดตำแหน่งผู้เข้าสอบว่าใครจะเก่งกว่ากัน โดยเฉพาะการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม

7. การตรวจให้คะแนน ควรปฏิบัติดังนี้

7.1 เขียนแนวคำตอบไว้ก่อน และระบุคะแนนว่าประเด็นใดตอนใดควรได้กี่

คะแนน

7.2 ควรตรวจเฉพาะข้อเดียวจนครบทุกคน แล้วตรวจข้อต่อไป

7.3 ไม่ควรดูชื่อผู้สอบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติในการให้คะแนน

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. สามารถวัดพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์

2. ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตนาของตน

3. โอกาสในการตอบเดาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนน้อยมาก

4. วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาตอบนานจึงวัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญๆ

2. การตรวจให้คะแนนมักจะมี ความคลาดเคลื่อนมากควบคุม ให้เกิดความยุติธรรมได้ยาก

3. ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมากๆ เพราะใช้เวลาในการตรวจลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบหมายถึงเครื่องมือใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ทางด้านพุทธิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้านต่างๆที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่ามีอยู่เท่าใดและ

ประเภทของแบบทดสอบที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบกาถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้นๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบอัตนัยหรือความเรียง

แบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบอัตนัย คือ เป็นแบบวัดมีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมีคำตอบต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง แบบทดสอบอัตนัย แบ่งได้หลายประเภท

ชาอุชัย ชมดิษฐ์ (2548 : 34-38) กล่าวว่าแบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) และแบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ซึ่งขึ้นอยู่กับทำให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่า เด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัด คำตอบนี้ให้อิสระเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและรวบรวม ข้อมูลที่จริงต่างๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดง ความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่า อย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น

1. จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี
2. จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้

บอกถึงหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น

1. จงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด
2. เพราะเหตุใดเดวิดสันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมาก
3. จงทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น

1. จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลี และเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่น

1. จงเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือมีความเชื่อมั่น ก่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือ นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและ เนื้อที่เฉพาะให้นักเรียน ไม่มีอิสระเสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วยตัวอย่างเช่น

1. ลักษณะภูมิอากาศ
2. การปกครอง
3. อาชีพของพลเมือง
4. จงอธิบายสาเหตุของการเกิดสงคราม โลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ
5. จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อ

ส่วนดีของข้อสอบแบบนี้คือ ง่ายในการตรวจ มีความยุติธรรมและมีความเชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบประเภทไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย

จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบอัตนัย มีดังนี้

1. ต้องการให้ผู้เข้าสอบแสดงความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และบรรยายความคิดออกมาได้อย่างเป็นอิสระ และต้องคำนึงถึงความสามารถทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย
2. ต้องการเน้นความรู้ขั้นลึกซึ้ง เช่น ความสามารถในการสังเคราะห์ หรือต้องการวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมด

การวางแผนการสร้างแบบทดสอบอัตนัย

สมบูรณั ตันยะ. (2545 : 24-29) กล่าวว่า จุดอ่อนของแบบทดสอบอัตนัยก็คือ

การสร้างโดยขาดการวางแผนที่ดี การวางแผนการสร้างแบบทดสอบอัตนัยก็มีความสำคัญ เช่นเดียวกับการวางแผนสร้างแบบทดสอบปรนัย ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการสร้างและธรรมชาติต่างกันไปก็ตาม สิ่งที่อยู่ออกข้อสอบจะต้องคำนึงถึงในการออกข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของกลุ่มสาระนั้น ๆ เหมาะสมกับแบบทดสอบอัตนัยหรือไม่
2. ผู้เข้าสอบมีพื้นฐานทั้งในด้านความเรียง และเนื้อหาวิชาเพียงพอที่จะเขียนตอบแบบอัตนัยหรือไม่ เช่น เด็กเล็กๆ ไม่ควรใช้ข้อสอบอัตนัยทดสอบอย่างเด็ดขาด
3. ข้อสอบนั้นเปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบ เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นหลายแง่หลายมุมหรือไม่ หรือจำกัดวงคำตอบให้ตอบแค่แคบๆ เพียงด้านเดียว เช่น ถามแต่ความจำในเนื้อหาที่ครูสอนไป ก็ไม่ควรใช้ข้อสอบอัตนัย
4. กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบมากเพียงพอหรือไม่ เพราะการสอบแบบอัตนัยนั้นต้องใช้เวลาในการเขียนตอบนานมากกว่าแบบทดสอบปรนัย

หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้ตามที่ปรากฏในตารางวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนักความสำคัญมากก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากให้ได้สัดส่วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน
2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่น จะสอบเฉพาะเนื้อหาที่ครูบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่นักเรียนร่วมอภิปราย ทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วย 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 ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ตีความ วิเคราะห์เหตุผล วิวิจารณ์ และ ประเมินผล เป็นต้น เขียนคำถามให้ชัดเจนว่าต้องการให้ตอบอย่างไร พยายามเขียนตอบให้เฉพาะเจาะจงลงไป คำถามประเภทให้แสดงความคิดเห็น เป็นคำถามที่กว้างไป

7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้ว คนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่าเป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี

8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลขเพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะได้แก้ไขก่อนนำไปใช้ได้

9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรหลีกเลี่ยง การถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้น ๆ

10. พยายามสร้างข้อคำถามหลาย ๆ ข้อ ให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวของข้อสอบ และความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ

11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย เราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากขึ้นโดยกำหนดให้ตอบสั้น ๆ

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อช่วยให้อุบายคำตอบยิ่งขึ้น

การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 132-138) การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยวัดความสามารถของนักเรียนมิได้จับต้นลงเพียงนำข้อสอบไปทดสอบนักเรียนเท่านั้น แต่ก็นำเอากระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามวิธีการตรวจที่มีระบบ เพื่อให้คะแนนที่ได้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ หลังจากเราพอใจกับคำถามหรือข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนและแบบทดสอบที่สร้างอย่างดีแล้ว งานขั้นถัดไป คือการตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบของนักเรียน ปัญหาในขั้นนี้คือ จะตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการอย่างไร

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด
2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัว เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้

คะแนน

4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็น ไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่

นักเรียนทุกคนสำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method) การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวการตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบ มากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบและการตรวจโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพ

ข้อดีของการตรวจข้อสอบโดยวิธีเทียบเกณฑ์

1. คะแนนที่ได้จากการตรวจมีความเชื่อถือได้มากขึ้น
2. การกำหนดรายละเอียดในการตอบเพื่อทำแนวคำตอบนั้น ช่วยทำให้ผู้ออก

ข้อสอบมองเห็นข้อบกพร่องของคำถามที่เขียนขึ้น เช่น ใช้คำพูดกำกวม คำถามยากเกินไปหรือเวลาที่กำหนดให้น้อยเกินไป

3. การกำหนดแนวคำตอบทำให้ง่ายแก่การอธิบายให้นักเรียนฟังได้ ว่าทำไมนักเรียนจึงได้คะแนนเท่านั้น

ข้อจำกัดของการตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีเทียบเกณฑ์

1. ทำให้ครูต้องทำงานหนักขึ้นและเสียเวลามากขึ้น
2. การที่ผู้ตรวจพยายามมองหาคำตอบที่สอดคล้องกับเกณฑ์ อาจทำให้เกิดการมองข้ามหรือไม่ได้อ่านข้อความสำคัญไปบ้าง
3. 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 ของนักเรียน ทุกคนจนจบ 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

ประโยชน์ของแบบทดสอบอัตนัย

1. ข้อสอบอัตนัยเป็นข้อสอบที่สร้างง่ายกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ และใช้เวลาเตรียมข้อสอบน้อยกว่าข้อสอบปรนัย
2. ข้อสอบอัตนัยสามารถใช้วัดเจตคติ คุณค่าและความคิดเห็น รวมทั้งความสามารถด้านการสังเคราะห์ ได้เป็นอย่างดี
3. ข้อสอบอัตนัยสามารถช่วยสร้างประสบการณ์ในการเรียนที่ดี เพราะการเขียนตอบข้อสอบอัตนัยนั้น นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนการเรียบเรียงความคิด และแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล
4. ข้อสอบอัตนัยสามารถช่วยส่งเสริมการเขียนและการใช้ภาษาไทยเป็นอย่างดี

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัยนำมาใช้เมื่อต้องการให้ผู้เข้าสอบแสดงความสามารถ ด้านความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้ตอบเขียนวิธีการหาคำตอบตอบอย่างละเอียด โดยผู้ตอบมีสิทธิ์จะเขียนตอบอย่างเสรี และอาจจะมีคำตอบที่ถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมีคำตอบที่ต่างกันในด้านคุณภาพและความถูกต้อง และบรรยายความคิดนั้นออกมาอย่างอิสระ สิ่งสำคัญ ในการสร้างแบบอัตนัยคือ ทำอย่างไรจึงจะสร้างคำถามวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ และทำอย่างไรคะแนนที่ได้จากการตรวจข้อสอบอัตนัยจึงจะมีความเชื่อถือได้มากที่สุดวิธีการตรวจให้คะแนน มี 2 วิธี คือ การตรวจโดยวิธีเทียบเกณฑ์ และการตรวจโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพ

เกณฑ์การให้คะแนนรูบริค (Scoring Rubrics)

รูบริคเป็นเครื่องมือให้คะแนนชนิดหนึ่งใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน รูบริคประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินการปฏิบัติหรือผลผลิตของนักเรียน และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน เกณฑ์จะบอกผู้สอนหรือผู้ประเมินว่าการปฏิบัติงานหรือผลงานนั้นๆจะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง ระดับคุณภาพหรือระดับคะแนนจะบอกว่าการปฏิบัติหรือผลงานที่สมควรจะ ได้รับคุณภาพหรือระดับคะแนนนั้นๆของเกณฑ์ของเกณฑ์ แต่ละตัวมีลักษณะอย่างไร รูบริคจึงเป็นเหมือนการกำหนดลักษณะเฉพาะ (Specification) ของการปฏิบัติหรือผลงานนั้นๆในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ หรือทั้งสองประการรวมกัน ทั้งนี้

ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการประเมิน (กึ่งกาญจน์ สิริสุนทร, 2550 : 2) การใช้รูบริกมีประโยชน์สำหรับครูและนักเรียนหลายประการ ดังนี้

1. รูบริกเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากทั้งในการเรียนและการสอนการประเมินช่วยปรับปรุงพัฒนาการปฏิบัติหรือการแสดงออกของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยควบคุมการปฏิบัตินั้นๆด้วย โดยครูต้องกำหนดความต้องการหรือความคาดหวังในผลงานของนักเรียนอย่างชัดเจน และแสดงให้นักเรียนทราบว่าจะทำให้ถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร ซึ่งมักปรากฏในผลงานและการเรียนรู้ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างเห็นชัดเจน

2. รูบริกช่วยให้นักเรียนตัดสินใจตัดสินคุณภาพผลงานของตนเองและของคนอื่นอย่างมีเหตุผล เมื่อรูบริกเป็นแนวทางการประเมินนักเรียนจะสามารถชี้แนะและแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลงานของตนเองและผู้อื่นได้ตรงจุด

3. รูบริกช่วยลดเวลาครูในการประเมินงานของนักเรียนผลงานที่ผ่านการประเมินโดยเจ้าของผลงานเองและโดยกลุ่มซึ่งยึดเกณฑ์หรือรูบริกเป็นหลักนั้น ทำให้ข้อบกพร่องมีน้อยมากเมื่อมาถึงมือครู หากมีสิ่งใดต้องปรับปรุงบอกกล่าวกัน ครูก็เพียงแต่วงประเด็นนั้นในรูบริก นอกจากนี้รูบริกยังช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนมากขึ้น เกี่ยวกับจุดเด่นและสิ่งที่ต้องปรับปรุง

4. รูบริกมีความยืดหยุ่น คือ มีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีเยี่ยมจนถึงต้องปรับปรุง ทำให้ครูนำไปใช้กับนักเรียนที่ละความสามารถได้ คือ นำไปใช้กับนักเรียนที่เรียนเก่งจนถึงนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยใช้เกณฑ์สะท้อนผลงานของเขา

5. รูบริกใช้ง่ายและอธิบายได้ง่าย นักเรียนจะรู้ชัดเจนว่าเขาเรียนรู้อะไรบ้าง ในปลายปีเขาก็จะประเมินได้อย่างถูกต้อง ผู้ปกครองก็เกิดความกระตือรือร้น และรู้ชัดเจนว่าลูกหลานจะต้องทำอะไรเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

ชนิดของรูบริก

รูบริกมี 2 ชนิด คือ แบบภาพรวม (Holistic) และแบบแยกส่วน (Analytic) ดังนี้

1. รูบริกแบบภาพรวม (Holistic)

Nitko (2001:176) กล่าวว่า รูบริกแบบภาพรวมจะเหมาะสมกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์การตอบสนอง และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน จุดเน้นของการรายงานคะแนนที่ใช้รูบริกแบบภาพรวมคือ คุณภาพโดยรวม ความคล่องแคล่ว หรือความเข้าใจเกี่ยวกับ

เนื้อหาสาระเฉพาะและทักษะซึ่งเป็นการประเมินระดับมิติเดียว (Mertler,2001:134) การใช้รูบริคแบบภาพรวมทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วกว่าการใช้รูบริคแบบแยกส่วนคั้งนั้น ครูจึงต้องอ่านพิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียน โดยตลอด เพื่อให้รู้สึกรับรู้ถึงภาพรวมว่านักเรียนทำอะไรได้และยังใช้เป็นการประเมินสรุปได้ด้วย แต่นักเรียนจะได้รับทราบผลสะท้อนกลับน้อยมาก ได้เสนอวิธีการให้คะแนนดังนี้

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

2. รูบริคแบบแยกส่วน (Analytic)

นิยมใช้เมื่อต้องการเน้นชนิดหรือลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง นั่นคือ ใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่ขอรับการตอบสนอง 1 หรือ 2 ลักษณะ และความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการตอบสนองของนักเรียนนอกจากนี้ ผลลัพธ์ขั้นต้นจะมีคะแนนหลายตัว ตามด้วยคะแนนรวมซึ่งใช้เป็นตัวแทนการประเมินหลายมิติ การใช้รูบริคแบบแยกส่วนทำให้กระบวนการให้คะแนนช้า เนื่องจากเป็นการประเมินหลายทักษะหรือหลายคุณลักษณะเป็นรายบุคคล ทำให้ครูต้องใช้เวลาตรวจผลงานหลายครั้ง การสร้างและการใช้รูบริคแบบแยกส่วนจึงใช้เวลานาน ซึ่งมีกฎทั่วไปว่าผลงานของแต่ละคนต้องพิจารณาแยกแต่ละด้านในแต่ละครั้งตามเกณฑ์การให้คะแนน (Mertler,2001:136) ดังนั้นการใช้รูบริคแบบแยกส่วนจึงได้ผลค่อนข้างสมบูรณ์ ผลสะท้อนกลับของการปฏิบัติของตนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งถ้าใช้รูบริคแบบภาพรวมจะไม่ปรากฏรายละเอียดนี้ (Nitko,2001:175) ครูที่ใช้รูบริคแบบแยกส่วนจึงสามารถที่จะสร้างเส้นภาพ (Profile) จุดเด่น – จุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนได้

ดั่งต้นแบบรูบริคแบบแยกส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการให้คะแนนรูปรีคแบบแยกส่วน

ระดับ เกณฑ์	ระดับเริ่มต้น	ระดับพัฒนา	ระดับสมบูรณ์	ระดับเป็นตัวอย่าง ได้	คะแนน
เกณฑ์ที่ 1	คำบรรยาย สะท้อน ระดับเริ่มต้น ของการ ปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนการ เคลื่อนไหวไปสู่ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อน ผลสัมฤทธิ์ของ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนระดับ ความสูงสุดของ การปฏิบัติ	
เกณฑ์ที่ 2	คำบรรยาย สะท้อน ระดับเริ่มต้น ของการ ปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนการ เคลื่อนไหวไปสู่ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อน ผลสัมฤทธิ์ของ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนระดับ ความสูงสุดของ การปฏิบัติ	
เกณฑ์ที่ 3	คำบรรยาย สะท้อน ระดับเริ่มต้น ของการ ปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนการ เคลื่อนไหวไปสู่ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อน ผลสัมฤทธิ์ของ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนระดับ ความสูงสุดของ การปฏิบัติ	
เกณฑ์ที่ 4	คำบรรยาย สะท้อน ระดับเริ่มต้น ของการ ปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนการ เคลื่อนไหวไปสู่ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อน ผลสัมฤทธิ์ของ ระดับความสำเร็จ ของการปฏิบัติ	คำบรรยาย สะท้อนระดับ ความสูงสุดของ การปฏิบัติ	

จากตัวอย่างรูปรีคทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่า ระดับการปฏิบัติที่หลากหลายของนักเรียนสามารถบรรยายได้ทั้งในด้านปริมาณหรือคุณภาพ บางครั้งครูอาจต้องการใช้ด้านปริมาณและคุณภาพหากรูปรีคมี 4 ระดับ ทางด้านปริมาณก็มักใช้ 1 ถึง 4 ทางด้านคุณภาพก็มักใช้คำที่ยืดหยุ่นได้มาก คำที่ใช้กันทั่วไปก็คือ เชี่ยวชาญ ชำนาญ ช้นฝึกหัด นั่นคือใช้คำอธิบายที่เหมาะสมกับงาน

การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ (Interview) คือ การสนทนาหรือการพูดโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่สำคัญวิธีหนึ่งในการรวบรวมข้อมูล เพราะการสัมภาษณ์นอกจากจะทำให้ผู้สัมภาษณ์ ได้ข้อมูลที่ต้องการแล้ว ยังช่วยให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์ในด้านบุคลิกภาพอีกด้วย และที่สำคัญทำให้ทราบความเข้าใจในการเรียนของนักเรียนอย่างแท้จริง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และข้อผิดพลาดทางการเรียนจะได้ผลดี และได้ข้อมูลใกล้เคียงกับความเป็นจริงนั้นต้องมีเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ซึ่งนอกเหนือจากแบบทดสอบทางการเรียนแล้ว การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง เพราะการสัมภาษณ์นอกจากจะทำให้ผู้สัมภาษณ์ ได้ข้อมูลที่ต้องการแล้วยังช่วยให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์ในด้านบุคลิกภาพอีกด้วย และที่สำคัญทำให้ทราบความเข้าใจในการเรียนของนักเรียนอย่างแท้จริง ดังนั้นนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

วัฒนา พัทธรวานิช (2540 : 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริงและทำให้ทราบความต้องการของเด็ก เป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริง โดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธธาวิชัย (2543 : 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคล โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยสร้างความเชื่อถือน รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

คณะศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.2547 : 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด หรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้อีกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากคำกล่าวข้างต้นจะสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการสนทนา พูดคุย ซักถาม เพื่อวิเคราะห์เหตุผล และแนวคิดในการทำแบบทดสอบซึ่งในการสนทนาดังกล่าวนอกจากการใช้คำพูดแล้ว ยังต้องใช้ตาและหูเพื่อดูและฟังประกอบการพิจารณาเพื่อหาข้อเท็จจริงอีกด้วย ซึ่งในการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผนการสัมภาษณ์ก่อนการสัมภาษณ์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถาม เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกหรือแม้กระทั่งสิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

ประเภทของการสัมภาษณ์

ระวีวรรณ 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) สามารถพรรณนาความรู้สึกรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จึงจำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้ว จึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคย และมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

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 บางครั้งคำถามที่ถามอาจทำให้ผู้ตอบไม่ค่อยอยากตอบ เช่น ถามเกี่ยวกับรายได้ หรือคำถามที่ก่อให้เกิดความรู้สึกที่ขัดแย้งต่อบุคลิกภาพของผู้ให้สัมภาษณ์ นอกจากนี้คำตอบที่ได้ อาจมีความลำเอียง

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม (Group Interview) เป็นการสัมภาษณ์แบบหนึ่งที่ผู้สัมภาษณ์ทำการสัมภาษณ์กับผู้ร่วมสนทนาหรือเป็นกลุ่ม เพื่อสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยผู้สัมภาษณ์ เป็นผู้กำหนดหัวข้อร่วมสนทนาจะ ไม่มีความรู้สึกว่าถูกซักถามปัญหา แต่คิดว่าเป็นการเสวนาในเรื่องที่ผู้สัมภาษณ์สนใจอยากรู้เรื่องต่าง ๆ การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม ช่วยให้ประหยัดเวลา ลงทุนน้อย เหมาะสำหรับการระดมความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุป แต่อาจทำให้บางคนมีความรู้สึกอึดอัดในการตอบ หรือมีความรู้สึก ไม่อยากตอบ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลบางคน ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้อย่างอิสระ

วัตนา พัทธราวิช (2540 : 127-128) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

1. เตรียมการสัมภาษณ์ เตรียมหัวข้อที่จะสัมภาษณ์ กำหนดเวลาในการสัมภาษณ์ เตรียมสถานที่สัมภาษณ์
2. เริ่มต้นสัมภาษณ์เด็กด้วยการสร้างมิตรภาพ ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์รู้สึกเป็นกันเองและให้ความไว้วางใจผู้สัมภาษณ์
3. ผู้สัมภาษณ์ต้องแสดงตนเป็นผู้รับฟังที่ดี ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย ต้องแสดงว่ามีความสนใจและตั้งใจฟัง
4. ผู้สัมภาษณ์ต้องใช้คำที่เข้าใจง่าย ภาษายาว ๆ และพูดอย่างชัดเจนอย่าพูดคำไม่เพี้ยน คำถามรวดเร็วเกินไป ไปจนผู้ตอบหงุดหงิด
5. ผู้สัมภาษณ์ไม่ควรจะพูดหรือคุยมากเกินไป ต้องคอยเป็นผู้รับฟังให้โอกาสเด็กพูดให้มากที่สุด
6. ไม่ควรบันทึกคำพูดของเด็กในระหว่างการสัมภาษณ์ จะทำให้เด็กเกิดความกังวล หวาดระแวง

7. ในกรยุติการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศที่ดี ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์ฟังพอใจที่จะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง

8. การบันทึกการสัมภาษณ์ต้องทำทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะอาจลืมรายละเอียดได้

นอกจากนี้ Hammill & Bartel (อ้างใน มาลา ปาจุวงษ์, 2542 : 30-31) ได้ให้แนวในการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ให้เลือกตัวอย่างทีละอย่าง และให้ลำดับก่อนหลัง
2. เริ่มต้นด้วยปัญหาต่าง ๆ ก่อน เพราะจะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ
3. บันทึกการสัมภาษณ์ด้วยเทปเสียงหรือในสมุดบันทึก
4. ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาและอธิบายโดยการพูด
5. ให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระ โดยใช้วิธีการของนักเรียนเอง โดยที่ครูไม่ต้องให้คำแนะนำหรือเสนอแนะว่านักเรียนกำลังทำผิด
6. หลีกเลี่ยงการเร่งให้นักเรียนทำงานเสร็จเร็ว ๆ เพราะอาจจะเป็นการสร้างความกดดันหรือสกัดกั้นความคิดของนักเรียน การสัมภาษณ์เช่นนี้ควรใช้เวลาประมาณ 15-45 นาที

Newman (อ้างในกรณีการ ป่วนกาศ. 2543 : 13 – 14) ได้เสนอวิธีการในการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากการทำแบบทดสอบ และวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ไว้ว่า วิธีการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันทีโดยต้องแยกสัมภาษณ์ทีละคน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย ส่วนสิ่งแวดล้อมรอบข้างควรมีสภาพที่ไม่รบกวนผู้สัมภาษณ์และนักเรียนมากนัก ถ้าสังเกตเห็นว่านักเรียนเกิดอาการเกร็ง หรือไม่มีสมาธิที่จะให้สัมภาษณ์ต่อไปได้ก็ควรหยุดสัมภาษณ์ทันที และนอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์ต้องระวังในเรื่องของการพูดด้วย เพราะอาจจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือเปลี่ยนความคิดได้ และที่สำคัญผู้สัมภาษณ์ไม่ควรบอกนักเรียนว่าโจทย์ที่นำมาสัมภาษณ์นั้น เป็นข้อที่นักเรียนเคยทำผิดมาแล้ว ส่วนวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์นั้นนิเวแมนเสนอว่าคำถามดังต่อไปนี้จะเป็นแนวทางไปสู่การวิเคราะห์ที่ความผิดพลาดของนักเรียนจากการเขียนตอบในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ได้

เขียน ไชยศร (2546 : 100) กล่าวถึงวิธีการบันทึกเรื่องที่สัมภาษณ์ไว้ 2 วิธี ดังนี้ วิธีการแรกคือการจดบันทึก วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ก็ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์ แบบใดจะเหมาะสมที่สุด เพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไป ถ้าการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมาก ยากแก่การจำ ก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็นเรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ๆหรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียด ก็อาจจะจดบันทึกหลังการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้ ส่วนวิธีการที่สองคือการบันทึกเทป โดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษและซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาก็ต้องขออนุญาต และชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทป การสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจ และถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2547 : 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด หรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เซลแมนซ์และเอลเลอร์ตัน (Clements and Ellerton 1996 : 48-50) กล่าวถึง เทคนิคการ สัมภาษณ์นิวแมนว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด 5 ขั้นตอน ที่เกิดจากการตอบปัญหาทาง คณิตศาสตร์ หลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการ แก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดีและเป็นประโยชน์ต่อ ครูผู้สอน ในปี ค.ศ. 1977 นิวแมนได้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าวและได้เผยแพร่ใช้ในวง การศึกษาของประเทศออสเตรเลียจนได้ผลดี และมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีวิเคราะห์ความ ผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนิวแมนมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีดังนี้ ขั้นแรกคือ ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading Errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้ พิจารณาได้จากการที่ นักเรียนไม่สามารถอ่านคำสำคัญ (Key Word) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในคำถาม ทำให้ นักเรียนถูกจำกัดขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบสมบูรณ์ได้ ขั้นที่สองคือความผิดพลาด จากการทำความเข้าใจ(Comprehension Errors) แม้ว่านักเรียนจะสามารถอ่านคำทุกคำที่อยู่ใน คำถามได้ แต่นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ทั้งหมด ทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาคต่อไปได้ ขั้นที่สามคือความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation Errors) ในขั้นนี้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะเข้าใจ โจทย์ แต่นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้ การกระทำทางคณิตศาสตร์ (Operation) เช่น การบวก การลบ การคูณและการหารได้ หรือไม่ สามารถบอกลำดับการกระทำที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ ขั้นที่สี่คือความผิดพลาดจากการใช้ ทักษะกระบวนการ (Process Skill Errors) ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทาง คณิตศาสตร์ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้น และ ขั้นสุดท้ายคือความผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ (Encoding Errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้ เกิด จากการที่นักเรียนทำตาม กระบวนการแก้ปัญหาย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบใน รูปแบบที่โจทย์ต้องการ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความผิดพลาด

ชั้นที่	การวิเคราะห์ความผิดพลาด	คำถามที่ใช้
1	ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading Errors)	นักเรียนลองอ่านคำถามให้ครูฟัง
2	ความผิดพลาดจากความเข้าใจ (Comprehension Errors)	บอกครูว่า คำถามต้องการให้เธอทำอะไร
3	ความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation Errors)	บอกครูถึงแนวคิดที่เธอจะใช้หาคำตอบ
4	ความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skill Errors)	ลองแสดงวิธีที่เธอใช้คำนวณหาคำตอบพร้อมอธิบายตามไปด้วย
5	ความผิดพลาดจากการสรุปตอบ(Encoding Errors)	ที่นี่ให้เธอเขียนคำตอบของคำถาม

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิเวศน์ มีวิธีการบันทึกดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading Recognition)

การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ ผู้ศึกษาจะให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบ ด้านักเรียนอ่าน ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) ในช่องของ Word แต่ด้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) ในส่วนของ Word เช่นกัน พร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อๆ ในส่วนของการอ่านสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหานั้น ด้านักเรียนอ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbol แต่ด้านักเรียนอ่านผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbol เช่นกัน พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการอ่านสัญลักษณ์ที่ผิดอย่างย่อๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ (Comprehension) การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะ(Comprehension (a)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียน บอกความหมายของคำสำคัญ (Key Words) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ Terms ด้านักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ด้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E และ บันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อๆการบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ โจทย์ (Comprehension (b)) เมื่อ ผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่ โจทย์ปัญหาต้องการให้นักเรียน

ทำแล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ General โดยถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อๆ

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation) ในขั้นนี้ ถ้านักเรียนสามารถบอกแนวคิด หรือวิธีที่จะใช้หาคำตอบๆ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะบันทึกผลโดยวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skills) ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิด หรือแสดงวิธีคิดคำนวณไม่ได้ ผู้ศึกษาจะบันทึกสิ่งที่ผิดลงในส่วนต่างๆ ของขั้น Process Skills ดังนี้

4.1 ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณซึ่งเป็นการเดาคำตอบที่ผิด ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของการเดาคำตอบ โดยวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ R (Random Response)

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 ทำได้เลยผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ E ในแถวของ NR (No Response) ทั้งนี้ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิดหมดทุกกรณีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกความคิดพลาด โดยวงกลมล้อมรอบอักษร E ในแถวสุดท้ายในขั้นนี้

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบ(Encoding Ability)ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปข้อความ หรือ ภาษา ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ในส่วนของ Words ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในส่วนของ Words เช่นเดียวกัน

ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbols ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbols เช่นเดียวกัน

จากคำกล่าวข้างต้นจะสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผน การสัมภาษณ์ก่อนการสัมภาษณ์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถาม เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึก หรือแม้กระทั่งสิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง มีลักษณะเป็นการสัมภาษณ์แบบ มีโครงสร้าง ซึ่งในการสนทนาดังกล่าวนอกจากการใช้คำพูดแล้วยังต้องใช้ตาและหูเพื่อดูและ ฟังประกอบการพิจารณาเพื่อหาข้อเท็จจริงอีกด้วย ซึ่งในการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผนการสัมภาษณ์ก่อนการสัมภาษณ์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถาม เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกหรือแม้กระทั่งสิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิเคราะห์หัม โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในเรื่องต่างๆ ที่นักการศึกษาหลายๆท่านได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิเคราะห์หัม โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

อัมพร ม้าคะนอง (2536 : 64) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการคิดคำนวณและการด้านการตีความ โจทย์ตามลำดับ ส่วนความถี่ของข้อผิดพลาดในแต่ละส่วนประกอบของแต่ละด้าน มีดังนี้ ด้านการตีความ โจทย์ นักเรียนมีข้อผิดพลาดใน ส่วนการนำข้อมูลมาใช้คิดมากที่สุด รองลงมาคือ แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง และการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติมากที่สุด รองลงมาคือ ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติไม่ถูกต้อง จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ ผิด และขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ

ที่เหมาะสมมาใช้ตามลำดับ ด้านการคิดคำนวณนักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนสรุปผลไม่ถูกต้อง หรือสรุปผลไม่ครบทุกกรณีมากที่สุด รองลงมาคือขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น ในการแก้สมการและอสมการทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้อง ในการคำนวณ และขาดความเข้าใจในหลักเลขคณิตเบื้องต้นตามลำดับ

วนิดา หงส์ณี (2540 : 72) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาสภาพความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนโดยใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ของนิวแมน และเปรียบเทียบความแตกต่างของความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบตอบ สั้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของกลุ่ม โรงเรียนมัธยมศึกษากลุ่มที่ 2 จังหวัดนครพนม กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการจำนวน 196 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแบบตอบสั้น เรื่องร้อยละ ฉบับละ 15 ข้อ และแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ สร้างขึ้นตามเทคนิคการสัมภาษณ์ของนิวแมน เพื่อถามความเข้าใจในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ด้วยข้อสอบที่เป็นตัวแทน ฉบับละ 6 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาสภาพความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ใช้ค่าร้อยละเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้ไคสแควร์ (χ^2 - test)

สมนึก ศรีนคร (2540 : 59) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน คณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสงขลา” โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการ ประถมศึกษาจังหวัดสงขลา ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเนื้อหาตอนใด และบกพร่องอย่างไร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา จำนวน 390 คน จาก 12 โรงเรียน ที่กระจายอยู่ ใน 7 อำเภอและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวินิจฉัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 64 ข้อผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วนจำนวน 332 คน คิดเป็นร้อยละ 85.13 และไม่มีข้อบกพร่องจำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 14.87 ซึ่งนักเรียนมี ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการหารเศษส่วนมากที่สุด จำนวน 309 คน คิดเป็นร้อยละ 93.07 รองลงมา เป็นข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการคูณ เศษส่วน ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วน ไม่เท่ากัน ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการ

ลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน และข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ตามลำดับ

มาลา ปาจุวัง (2542 : 65) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ข้อบกพร่องทางเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน ซึ่งกลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนที่นักเรียนมี มากที่สุดคือ ข้อบกพร่องด้านเทคนิคการแก้โจทย์ โจทย์ ซึ่งนักเรียนไม่ใช้รูปธรรมช่วยในการ แก้โจทย์ โจทย์ ไม่รู้จักคาดคะเนคำตอบ มองไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับปัญหาที่ ต้องการแก้ ไม่มีการกำหนดขั้นตอนของการแก้โจทย์ ร่องลงมา ได้แก่ ข้อบกพร่องทางด้าน การคิดคำนวณ โดยนักเรียนขาดทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นไม่ตรวจสอบคำตอบ ตลอดจน ขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาและมีความรู้พื้นฐานที่จะใช้ในการเรียนเนื้อหานั้นๆ ไม่เพียงพอ และข้อบกพร่องด้านกฎ นิยาม สูตรหรือทฤษฎีไปใช้ โดยนักเรียนมีความเข้าใจและใช้กฎ นิยาม สูตรหรือทฤษฎียังไม่ถูกต้องส่วนข้อบกพร่องด้านพฤติกรรมการเรียนที่พบคือ นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและขาดความกระตือรือร้น

กรรณิการ์ ปวนภาส (2543 : 62) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การใช้กระบวนการวิเคราะห์ ความคิดพลาดของนิเวศเพื่อวิเคราะห์ความคิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองปานวิทยา จังหวัดลำปาง” ซึ่ง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองปานวิทยา ที่มีผล การเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 10 คน ซึ่งสรุปผล ได้ดังนี้ ความคิดพลาดในการแก้ โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองของนักเรียนมีทั้งหมด 80 ความคิดพลาด ความคิดพลาดในการแก้ โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองของนักเรียนเป็นความคิดพลาดประเภทความเข้าใจ ร้อยละ 45 ความคิดพลาดประเภทการเปลี่ยนรูป ร้อยละ 48.75 ความคิดพลาดประเภทการใช้ทักษะ กระบวนการ ร้อยละ 5 และความคิดพลาดประเภทการสรุปคำตอบร้อยละ 1.25 ในการเรียน

เมตตา มาเวียง (2544 :56) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องสมบัติของจำนวนนับ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น” โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2544 จำนวน 234 คน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนมีลักษณะของ ข้อบกพร่องย่อย 12 ลักษณะ โดยเรียงลำดับลักษณะข้อบกพร่องย่อย 3 ลำดับ จากมากไปหาน้อยดังนี้ นักเรียนทำไม่ครบขั้นตอนหรือลำดับขั้นตอนผิด เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยค คณิตศาสตร์ไม่ได้ และบอกกฎสูตร หรือนิยามของจำนวนนับ ไม่ได้ และเมื่อรวมลักษณะ ข้อบกพร่องย่อยเป็นลักษณะข้อบกพร่องใหญ่ได้ 4 ลักษณะ เรียงลำดับความถี่ที่พบต่อจำนวน ความถี่ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากมากไปน้อย คือการตรวจสอบการแก้ปัญหาร้อยละ 56.00 การใช้กฎ สูตร และนิยาม ร้อยละ 36.89 การตีความหมาย ร้อยละ 29.00 และลำดับสุดท้ายคือ การ คิดคำนวณ ร้อยละ 23.00

สุกัญญา แซ่มซ้อย (2545 : 74) ได้วิเคราะห์หัตถ์โน้ตทัศน์และการปฏิบัติงานประเมิณผล ภายในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ และการปฏิบัติงาน ประเมิณผลภายในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และวิเคราะห์สภาพการปฏิบัติงาน ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหา และปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จ ระดับสูงและระดับต่ำโดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ประชากรคือ ครูสังกัด สำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติจำนวน 929 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เมื่อจำแนก โรงเรียนตามระดับมโนทัศน์ และการปฏิบัติงานประเมิณผลภายในสถานศึกษาจะได้ 4 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 มีมโนทัศน์ระดับสูง และการปฏิบัติระดับสูง 21.30 % รูปแบบที่ 2 มี มโนทัศน์ระดับสูง การปฏิบัติงานต่ำ รูปแบบที่ 3 มีมโนทัศน์ระดับต่ำ การปฏิบัติงานระดับสูง และรูปแบบที่ 4 มีมโนทัศน์ต่ำ การปฏิบัติงานต่ำ สำหรับสภาพปฏิบัติงานประเมิณผลภายใน ของโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จระดับสูง มีการปฏิบัติความวงจร PDCA อย่างต่อเนื่องอยู่ใน วงจรการทำงานปกติ ส่วนโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จในระดับต่ำ มีการปฏิบัติงานใน ขั้นตอน P และ D เท่านั้น

จงกล ทำสวน (2547 : 49) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่าย มัธยม” ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม และผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางการเรียนมากที่สุดใน ด้านการคำนวณ รองลงมาเป็นด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ และด้านการ ตีความจากโจทย์ ตามลำดับ ส่วนข้อผิดพลาดในแต่ละส่วนประกอบของแต่ละด้านมีค่าร้อยละ ดังนี้ ด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนสรุปผลไม่ถูกต้อง ร้อยละ 62.89 ขาด ความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ร้อยละ 21.65 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้

สมการและอสมการร้อยละ 8.25 และทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคิดคำนวณ ร้อยละ 7.21 ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในความเข้าใจ ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ ร้อยละ 50.70 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับ ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติไม่ถูกต้องร้อยละ 36.62 จำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติผิด ร้อยละ 11.27 และขาดทักษะในการเลือกใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ ที่เหมาะสม ร้อยละ 1.41 และด้านตีความจาก โจทย์นักเรียนมีความผิดพลาดในการแปล ความหมายจากประโยคภาษาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ ร้อยละ 76.74 และนำข้อมูลมาใช้ผิด ร้อยละ 23.26

เวชฎฤทธิ อังคนะภัทรขจร (2551: 25-33) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 43 คน ปีการศึกษา 2551 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยประจำบท ซึ่งผลการวิจัย พบว่า ในเนื้อหาเรขาคณิตวิเคราะห์และเนื้อหาภาคตัดกรวย นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 ด้าน ที่ทำการศึกษา ได้แก่ ด้านการตีความจาก โจทย์ ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ บทนิยาม และสมบัติ

ศศิณา กาละปลุก (2552 : 57) ได้ทำการศึกษากระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดของนิเวศวิเคราะห์ความผิดพลาดและสาเหตุของความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหา สมการของนักเรียนชนเผ่าลาหู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 10 คน ในโรงเรียนบ้านเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบ โจทย์ปัญหา สมการแบบเขียนตอบตารางบันทึกคำตอบจากแบบทดสอบ แบบบันทึกการสัมภาษณ์ และแบบวิเคราะห์ความผิดพลาดรายคน จากผลการศึกษาพบว่าความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุดคือ ในขั้นการเปลี่ยนรูปโดยพบว่า สาเหตุเกิดจากการที่นักเรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใน โจทย์ปัญหาทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่มีใน โจทย์ปัญหามาสัมพันธ์กันหรือเขียนเป็นสมการได้อย่างถูกต้อง รองลงมาคือการทำความเข้าใจศัพท์เฉพาะ การอ่าน และการทำความเข้าใจศัพท์เฉพาะเกิดจากปัญหาด้านการใช้ภาษาไทยในการสื่อสาร รองลงมาอีกคือขั้นการใช้ทักษะกระบวนการเกิดจากการคิดคำนวณเพียงเพื่อต้องการให้ได้คำตอบตรงกับที่คาดคะเนเอาไว้ การนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ผิด การตรวจสอบคำตอบผิด การคิดคำนวณที่ไม่ถูกต้อง และท้ายสุดคือความสะเพร่าของนักเรียนเอง

งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1979 : 58) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อผิดพลาดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสาเหตุ ข้อบกพร่อง พร้อมทั้งวิธีการแก้ไขผลการวิจัย พบข้อผิดพลาดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต และแคลคูลัส 7 อย่าง คือข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับการสุ่ม กฎเกณฑ์ ลำดับ โครงสร้าง การตีความด้านภาษาการสรุปประโยคแสดงที่เกี่ยวกับกริยา การให้เหตุผล และการใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน

เบล; ฟิชเชิน; และ เกรียร์ (Bell; Fischbein; & Greer. 1984 : 140) พบว่า นักเรียนชาวอังกฤษที่มีอายุ 11-16 ปี ส่วนมากคิดว่า 1.07 ปอนด์ คือ 1 ปอนด์ 7 ออซ และความเร็ว 11.9 ไมล์ต่อชั่วโมง คือความเร็ว 11 ไมล์และ 9 นาทีต่อชั่วโมง และนักเรียนส่วนมากคิดว่า 0.8 คือเศษหนึ่งส่วนแปด นอกจากนี้ได้ศึกษานักเรียนชาวอังกฤษที่มีอายุ 12 ปี เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทศนิยม ตัวอย่าง คำถามเช่นน้ำมันราคาแกลลอนละ 1.33 ปอนด์ ถ้าต้องการเติมน้ำมันเพียง 0.53 แกลลอน จะต้องจ่ายเงินเท่าใด นักเรียนส่วนมากจะตอบว่า ต้องจ่ายเงินเพียง 1.33 หาดด้วย 0.53 ซึ่งเท่ากับ 2.51 ปอนด์

อง 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 ไม่สามารถแก้ปัญหาพีชคณิตต่างๆได้ และสาเหตุข้อผิดพลาดส่วนใหญ่ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในการใช้ตัวอักษรแทนตัวแปรหรือค่าคงที่ นักเรียนใช้การแทนค่าจำนวนในสมการโดยไม่พิจารณากรณีที่เป็นไปไม่ได้

ทรูแรน (Truran 1987 : 58 - 60) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดและเทคนิคการแก้ไขในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 7-15 ปี ที่มีอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ทำการวิจัยเป็นแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ซึ่งมีการบันทึกเสียงไว้ แล้วนำมาสรุปผลการหาสาเหตุของข้อผิดพลาดของ

นักเรียนแต่ละคน ตามระดับความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาโดยใช้รูปแบบความผิดพลาด 9 ด้าน ของคาเซย์ คือ รูปแบบของคำถาม การอ่านคำถาม ความเข้าใจคำถาม กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ การเสนอคำตอบความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้ เนื่องจากความระมัดระวังและความผิดพลาดซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผลการศึกษาพบข้อผิดพลาดตามรูปแบบนี้ แล้วนำเสนอวิธีการแก้ไข คือ ให้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เป็นนามธรรมมาช่วยทั้งในส่วนบุคคลและในชั้นเรียน ให้นักเรียนใช้สมุดจดคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่พบใหม่พร้อมทั้งความหมายใช้ทักษะการอ่านในการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นต่อไปนี้ วิเคราะห์ประโยคอ่านซ้ำข้อความที่ไม่เข้าใจ ค้นหาคำถามซึ่งต้องการคำตอบ ค้นหาว่าตนเองกำลังศึกษาโจทย์ถึงขั้นใด อ่านประโยคดัง ๆ ถ้ายังไม่เข้าใจ ปรับระดับและสไตล์การอ่านให้ตรงกับเนื้อหาจนเข้าใจ ในเนื้อหาของคำถามแล้วแปลความหมายของสิ่งที่อ่านไปสู่การคำนวณ นอกจากนี้ ครูควรช่วยเหลือนักเรียนแก้ปัญหาของบทเรียน โดยการอธิบายในชั้นเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำ

เฟลคเนอร์ Faulkner (1992 อ้างใน Clements and Ellerton. 1996 : 52) ทำการวิเคราะห์ความผิดพลาดจากนักเรียนพยาบาลที่เข้าฟังวิชา Calculus ซึ่งเป็นวิชาที่ไม่คิดคะแนนในโรงพยาบาลใน Melbourne ประเทศออสเตรเลีย ที่คล้ายกับงานของนิวแมนซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็น 1 ใน 2 – 3 งานของนิวแมนที่เคยรายงานถึงผลการสัมภาษณ์ผู้ใหญ่ และผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ความผิดพลาดของนักเรียนพยาบาลเหล่านี้เป็นเรื่องของการทำความเข้าใจ การเปลี่ยนรูป ซึ่งยืนยันบทสรุปแรกเริ่มที่ว่า “ทักษะกระบวนการ ไม่ใช่พื้นฐานเกือบทั้งหมดในการดำรงอยู่ในชีวิตประจำวัน”

เอลเลอร์ตัน และ เซลแมน Ellerton and Clements (1995 อ้างใน Clements and Ellerton. 1996 : 5) ได้ศึกษางานครั้งแรก โดยทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 8 อายุ 16 ปี จำนวน 8 คน ในโรงเรียน 5 แห่งของรัฐนิวเซาท์เวลด์ และรัฐวิกตอเรียของออสเตรเลีย โดยให้นักเรียนตอบคำถามโดยการเขียน ซึ่งเป็นคำถามที่ครูคณิตศาสตร์ของ 2 ใน 5 โรงเรียนดังกล่าวเห็นด้วยว่า ไม่มีคำถามใดที่ยากเกินไปสำหรับนักเรียนของพวกเขา ซึ่งครั้งหนึ่งของคำถามเป็นรูปแบบเลือกตอบคำตอบเดียว และอีกครึ่งหนึ่งเป็นรูปแบบให้ตอบสั้น และเมื่อนำรูปแบบการสัมภาษณ์ของนิวแมนมาใช้ พบว่า 80% ของความผิดพลาด จัดเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่าน การทำความเข้าใจ และการเปลี่ยนรูปและมีเพียง 6% ของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นประเภทเกิดจากการใช้ทักษะคิดคำนวณ

บาร์เซลลอส (Barcellos. 2005 : 167-171) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความคิดรวบยอด ที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีชคณิตของนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในชั้นเรียนที่เรียนพีชคณิตเบื้องต้น จำนวนครั้งหนึ่งที่สอบผ่าน เท่านั้น โดยสัมภาษณ์หัวข้อเกี่ยวกับ ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมี ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด ระหว่างความผิดพลาดในระเบียบวิธีการและความสะเพร่า เล็กๆน้อยๆตามปกติ พบว่า มีความผิดพลาด 4 ประการ ได้แก่ กรณีที่ 1 คือการไม่เข้าใจในการ ใช้เครื่องหมายแสดงการเท่ากันและอีก 3 กรณีเป็นการใช้สมบัติการแจกแจง นักเรียนที่ไม่เข้าใจ การใช้เครื่องหมายแสดงการเท่ากันมีสาเหตุมาจากการเขียนข้อมูลที่สมมูลกันกับข้อความก่อน หน้าหรือมีสาเหตุมาจากการบกพร่อง เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่จะใช้เขียนเพื่ออธิบายขั้นตอน การแก้ปัญหาส่วนความไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติแจกแจงมีสาเหตุมาจากความไม่เข้าใจเนื้อหาของ การดำเนินการที่ถูกต้อง ข้อค้นพบดังกล่าวมาจากทั้งความเข้าใจที่ผิดพลาดที่พบบ่อย (การใช้กระบวนการ โดยไม่ถูกต้อง) และความเข้าใจผิดพลาดที่พบเป็นส่วนน้อย สิ่งที่นักเรียน แนะนำ คือจำนวนจริงที่ติดลบที่ไม่สามารถถอดรากได้เป็นกรณีพิเศษที่สามารถถอดรากได้ โดยการดำเนินการของจำนวนจริงดังกล่าว

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสำคัญ ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และผลการวิเคราะห์ หมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด จะทำให้ทราบวิธีการคิดของเด็กในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การคิดหาแนวทางในการช่วยให้นักเรียนหลีกเลี่ยง ปัญหาเหล่านี้ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด ทำให้ครู สามารถอธิบายได้ว่า เพราะสาเหตุใดนักเรียนจึงเกิดหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด ในลักษณะนี้ จากผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ได้นำเสนอมา ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการ เหล่านั้นมาเป็น แนวทางในการทำวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและ ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1