

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์
2. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
4. ทฤษฎี Action-Process-Structure (APS)
5. เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ
7. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยทฤษฎี Action-Process-Structure (APS) เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์

หลักการและเหตุผลของหลักสูตรโรงเรียนนาคนประชาสรรพ์

ความสำคัญในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

วิสัยทัศน์

หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล
 ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยยึดมั่นในการปกครองตาม
 ระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ ทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ
 ที่จำเป็นต่อการศึกษา การอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต ส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนเป็นผู้มีคุณธรรม
 ตามหลักวิถีพุทธ มีคุณธรรมพื้นฐาน 8 ประการ ปฏิบัติตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รักหวง
 แหนภูมิใจในความเป็นไทย ภูมิปัญญาและหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของท้องถิ่น สามารถดำรงชีวิต
 ในสังคมอย่างสันติสุข มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐาน ความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และ
 พัฒนาตนเอง ได้เต็มตามศักยภาพสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์แบบ

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์ มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน
 ที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์ มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรม
 ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยน
 ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจา
 ตอรองเพื่อจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ เลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล
 และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อ
 ตนเอง ครอบครัว และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์
 การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์
 ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง ครอบครัว และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรค
 ต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ
 เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในโรงเรียน ท้องถิ่น และสังคม

แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่ระมัดระวัง รอบคอบ มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง ครอบครัว สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในครอบครัว ในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเอง ครอบครัว และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การประกอบอาชีพ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาคนูประชาสรรค์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริตและกตัญญู
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้ มีเหตุผล
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน และมีความเพียร
7. รักความเป็นไทยและภูมิใจในแหล่งเรียนรู้ทางประวัติศาสตร์ของอำเภอนาคนู
8. มีจิตสาธารณะ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน
ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์
ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการ
แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้
สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่
ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
(Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปล
ความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์
ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ
แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้
ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

- หมายเหตุ 1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไป กับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินใน ระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หา ค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริง ไปใช้ได้
- นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหา เกี่ยวกับการวัดได้
- มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพ เวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต ไปใช้แก้ปัญห และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
- เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
- เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
- รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟ ของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญห
- เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและ วัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

● เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

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

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ค30205

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ ฝึกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ ลำดับอนันต์ และอนุกรมอนันต์ ลิมิตของลำดับ ผลบวกของอนุกรมอนันต์ แคลคูลัสเบื้องต้น ลิมิตของฟังก์ชัน ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต โดยใช้สูตรอนุพันธ์ของฟังก์ชันคอมโพสิต อนุพันธ์อันดับสูง การประยุกต์ของอนุพันธ์ ปริพันธ์จำกัดเขต พื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้งกำหนดการเชิงเส้น การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการใช้วิธีของกำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียน ได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ซื่อสัตย์ สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ผลการเรียนรู้ (รวม 9 ผลการเรียนรู้)

1. าลิวิตของลำดับอนันต์โดยอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตได้
2. หาผลบวกของอนุกรมอนันต์ได้และนำความรู้เรื่องลำดับและอนุกรมไปใช้แก้ปัญหาได้
3. าลิวิตของฟังก์ชันของฟังก์ชันที่กำหนดได้
4. บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
5. หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดได้
6. นำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้
7. หาปริพันธ์ไม่จำกัดเขตของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้
8. หาปริพันธ์จำกัดเขตของฟังก์ชันบนช่วงที่กำหนดและหาพื้นที่ที่ปิดล้อม ด้วยเส้น โค้งได้
9. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการของกำหนดเชิงเส้นที่ใช้กราฟของสมการและอสมการที่มีสองตัวแปรในการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 1 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 30205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 3 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	ลำดับอนันต์และอนุกรมอนันต์	14
	-ความหมายของลำดับ	2
	-รูปแบบการกำหนดลำดับ	2
	-ลำดับเลขคณิต	2
	-ลำดับเรขาคณิต	2
	-ลิมิตของลำดับ	2
	-ผลบวกของของอนุกรมอนันต์	2
	-สัญลักษณ์แทนการบวก	2
2	แคลคูลัสเบื้องต้น	37
	-ลิมิตของฟังก์ชัน	4
	-ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	3
	-ความชันของเส้น โค้ง	3
	-อนุพันธ์ของฟังก์ชัน	3
	-การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต โดยใช้สูตร	3

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	-อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ	3
	-อนุพันธ์อันดับสูง	3
	-การประยุกต์ของอนุพันธ์	3
	-ปฏิยานุพันธ์	3
	-ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต	3
	-ปริพันธ์จำกัดเขต	3
	-พื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง	3
3	กำหนดการเชิงเส้น	9
	-กราฟของอสมการเชิงเส้น	3
	-กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น	3
	-การแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้น โดยวิธีใช้กราฟ	3
	รวม	60

สรุปได้ว่า ศึกษาวิเคราะห์ ฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ ลิมิตของฟังก์ชัน และความต่อเนื่องของฟังก์ชัน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

ทฤษฎีบท

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \quad \text{ก็ต่อเมื่อ} \quad \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$$

บทนิยาม

- สำหรับฟังก์ชัน f ใดๆ ที่มีโดเมนและเรนจ์เป็นสับเซตของเซตจำนวนจริง $[f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}]$ ถ้าค่าของ $f(x)$ เข้าใกล้จำนวนจริง L_1 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ a ทางซ้าย $x < a$ เรียก L_1 ว่าลิมิตซ้ายของ f ที่ a เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L_1$
- ถ้าค่าของ $f(x)$ เข้าใกล้จำนวนจริง L_2 ได้เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ a ทางขวา $x > a$ เรียก L_2 ว่าลิมิตทางขวาของ f ที่ a เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L_2$

3. ถ้า $L_1 = L_2 = L$ จะกล่าวว่าฟังก์ชัน f มีลิมิตที่ a เท่ากับ L เขียนแทนด้วย

$$\text{สัญลักษณ์ } \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$$

4. ถ้า $L_1 \neq L_2$ จะกล่าวว่าฟังก์ชัน f ไม่มีลิมิตที่ a

บทนิยาม

ฟังก์ชันต่อเนื่องทุกๆ จุดในช่วงที่กำหนดให้

1. ฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วง (a,b) ก็ต่อเมื่อ f ต่อเนื่องทุกๆ จุดในช่วง (a,b)

2. ฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วง $[a,b]$ ก็ต่อเมื่อ

2.1 f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องทุกๆ จุดในช่วง (a,b)

2.2 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = f(a)$, $\lim_{x \rightarrow b^-} f(x) = f(b)$

ทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิต

เมื่อ $a \in \mathbb{R}$ และ f, g เป็นฟังก์ชันภายในเซตของจำนวนจริง

1. $\lim_{x \rightarrow a} c = c$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัวใดๆ

2. $\lim_{x \rightarrow a} x = a$

3. $\lim_{x \rightarrow a} x^n = a^n$ เมื่อ $n \in I^+$

4. $\lim_{x \rightarrow a} cf(x) = c \lim_{x \rightarrow a} f(x) = cL$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัวใดๆ

5. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) + g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) + \lim_{x \rightarrow a} g(x) = L + M$

6. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) - g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) - \lim_{x \rightarrow a} g(x) = L - M$

7. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow a} g(x) = LM$

8. $\lim_{x \rightarrow a} \left[\frac{f(x)}{g(x)} \right] = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)} = \frac{L}{M}$ เมื่อ $\lim_{x \rightarrow a} g(x) \neq 0$

9. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]^n = \left[\lim_{x \rightarrow a} f(x) \right]^n = L^n$ เมื่อ $n \in I^+$

10. $\lim_{x \rightarrow a} \sqrt[n]{f(x)} = \sqrt[n]{\lim_{x \rightarrow a} f(x)} = \sqrt[n]{L}$ เมื่อ $n \in I^+ - \{1\}$ และ

$\sqrt[n]{f(x)} \in \mathbb{R}$ และ $\sqrt[n]{L} \in \mathbb{R}$

บทนิยาม

ให้ a เป็นจำนวนจริงใดๆ ฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=a$ เมื่อฟังก์ชัน f

มีสมบัติดังนี้

1. $f(a)$ หาค่าได้

2. $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ หาค่าได้

3. $f(a) = \lim_{x \rightarrow a} f(x)$

หากขาดเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่ง นั้นแสดงว่า ฟังก์ชันไม่ต่อเนื่องที่ $x=a$

สรุปได้ว่า $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ และกราฟของฟังก์ชันไม่ขาดตอนที่ $x=a$ ในลักษณะ

เช่นนี้เรียกฟังก์ชัน f ว่าเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=a$

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้
 บลูม (Bloom, 1956 : 1) ได้กล่าวว่า ความเข้าใจเป็นความสามารถหนึ่งหกขั้นของความ
 ความสามารถทางปัญญา แบ่งความรู้ความสามารถทางด้านปัญญา (Cognitive Domain) ออกเป็น 6
 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจำความรู้ต่างๆ ที่ได้

เรียนรู้มา

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความขยาย
 ความในสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้
 มาก่อให้เกิดสิ่งใหม่

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกความรู้ออกเป็น
 ส่วนทำความเข้าใจในแต่ละส่วนที่สัมพันธ์หรือแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวมความรู้ต่างๆ
 หรือประสบการณ์ต่างๆ ให้เกิดเป็นสิ่งแปลกใหม่

ขั้นที่ 6 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่า
 อย่างมีเหตุผล

โครงการคณิตศาสตร์ใน โรงเรียนของมหาวิทยาลัยชिकाโก (1990-1992) แบ่งความเข้าใจทาง
 คณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน

1. ทักษะ-ความเข้าใจขั้นตอนกระบวนการคิด ประกอบด้วของค้ความรู้ที่ก่อให้เกิด
 ผลสัมฤทธิ์แก่ผู้เรียน 3 ด้านคือ

1.1 ด้านความรู้ (Knowledge : K) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.1.1 เนื้อหาสาระของวิชานักคิด คือ สาระวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วย เครื่องมือช่วยคิด กระบวนการคิด ทักษะการคิด

1.1.2 ความรู้บูรณาการ คือ สาระเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นสภาพการณ์ที่กำหนด สภาพแวดล้อมรอบตัว ปัญหาในชีวิตประจำวัน ที่ถูกนำมาคิด ซึ่งเนื้อหาจะเป็นสาระของวิชาใดก็ได้ จึงเป็นความรู้เชิงบูรณาการ

1.2 ด้านกระบวนการ (Process : P) คือ กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา กระบวนการคิดที่เน้นการฝึกปฏิบัติจริง ได้สร้างผู้เรียนให้เกิดทักษะชีวิตพื้นฐาน 7 ประการ ได้แก่ ทักษะการรู้จักตนเอง ทักษะการคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ทักษะการแสวงหาข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ ทักษะการปรับตัว ทักษะการสื่อสารและสร้างสัมพันธภาพ ทักษะการวางแผน และการจัดการ ทักษะการทำงานเป็นทีม

1.3 เจตคติ (Attitude : A) คือ คุณลักษณะที่ปลูกฝังของรายวิชา ได้แก่ ใจกว้าง ชยัน ใฝ่เรียนใฝ่รู้ กระตือรือร้นช่างคิดผสมผสาน ชยัน ต่อสู้ อดทน เป็นธรรม มั่นใจในตนเอง ช่างวิเคราะห์ กล้าคิดกล้าเสี่ยง มีน้ำใจ น่ารักน่าคบ

2. สมบัติ-ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในโลกยุคปัจจุบันเมื่อเราเรียนคณิตศาสตร์เรา ควรได้คุณสมบัติต่อไปนี้จากการเรียน

2.1 ความสามารถในการสำรวจ

2.2 ความสามารถในการคาดเดา

2.3 ความสามารถในการให้เหตุผล

2.4 ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่ไม่เคยพบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณสมบัตินี้เรียกว่าศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Power) ไม่ว่าเราจะมีอาชีพอะไรถ้าเรามี คุณสมบัตินี้ เรียกได้ว่าเป็นคนที่มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์

3. การใช้งาน-ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้

3.1 มีความรู้ใน คำศัพท์ บทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท โครงสร้าง วิธีการมีความ เข้าใจ ในความคิดรวบยอดจนสามารถอธิบายได้ หรือเขียนได้ หรือยกตัวอย่างได้ แปลงปัญหาจากรูป หนึ่งไปสู่รูปหนึ่งได้ ประมาณคำตอบได้ ระบุความสัมพันธ์ได้ ตรวจสอบผลที่เกิดได้

3.2 มีทักษะต่างๆ ดังนี้ ทักษะการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง การคิด อย่างมีเหตุผล การคิดคำนวณ การวัด การประมาณ การอ่านและแปลผลข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การทำนาย และการใช้คอมพิวเตอร์

3.3 มีความสามารถในการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้

4. ความเข้าใจผ่านการนำเสนอ การนำเสนอ เป็น กระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู การแสดงท่าทาง โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชันและแบบจำลอง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการสื่อความหมาย

วิลสัน (Wilson. 1971 : 661) ได้กล่าวว่า ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแปลความ (Translation) ตีความ (Interpretation) และขยายความ (Extrapolation) ในปัญหาใหม่ๆ โดยการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงการ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เฮริทเบิร์ก และ คาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter. 1992 : 1) ได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะเข้าใจในแนวความคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็ต่อเมื่อแนวคิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของ โครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมกระบวนการที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กัน

คาวเรล (Crowley. 2000 : 1) ได้กล่าวว่า ความมากหรือน้อยของกระบวนการเชื่อมโยงอยู่ในโครงสร้างความรู้ไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงการที่บุคคลนั้นจะมีความเข้าใจในมโนทัศน์หรือประสบความสำเร็จในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญ แต่ความเข้าใจในมโนทัศน์หรือความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและคุณภาพของการเชื่อมโยงมากกว่า

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2538 : 62) ได้กล่าวถึง ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับ โจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

จากที่กล่าวมาสรุป ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับ โจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความ การนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงการ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ บรูเนอร์ (Bruner. 1976 : 98) เห็นว่าประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะมีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ และเชื่อว่าวุฒิภาวะอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนา โครงสร้างความรู้ใหม่ ต้องมีองค์ประกอบอื่นเกี่ยวข้อง เช่นการพัฒนาทางด้านภาษา และประสบการณ์เดิมเข้ามามีส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

ออสูเบล (Ausubel. 1977 : 90) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้น ได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน การเรียนรู้ที่มีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้กับ โครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ นำมา

จัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนไม่สามารถนำสิ่งใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมได้ เรียกว่าเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มี ความหมาย หรือเรียนแบบท่องจำ

วิกอทสกี (Vygotsky. 1978 : 86) ได้เน้นบริบททางสังคม เรียกว่า Social constructivism เชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยผ่านทาง การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ซึ่งมีบทบาทสำคัญ ในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา สำหรับจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบ การเรียนรู้ Learning by doing ที่เชื่อว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ และผู้เรียนต้องมีการ ทำความเข้าใจความรู้ใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่ส่งสมมาเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ อันเป็น ความพยายามเชิงสังคม ก่อให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่เน้น ความสำคัญของการสร้างความรู้โดยกลุ่มคนในสังคม

ฮาเบิร์ต และคาเพนเทอ (Hiebert & Carpente. 1992 : 1) การเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Understanding) ตรงกันข้ามกับการท่องจำ (Rote Learning การเรียนรู้เพื่อให้นำไปใช้ได้) นั้น จำเป็นต้องรู้กระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนที่เน้นวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เพื่อช่วยให้ ผู้เรียนสามารถคิดใคร่ครวญได้อย่างสร้างสรรค์ ช่วยพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ที่ได้รับ ไปบูรณาการในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข ตามหลักการของทฤษฎีนี้ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน นำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่พบเห็นมาสร้างเป็น โครงสร้างใหม่ทางสติปัญญา

เฮนเดอร์สัน (Henderson. 1992 : 1) ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาทางปัญญาที่เกิดจาก การเรียนรู้ร่วมกันในสังคม ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหา (Collaborative Constructivism)

เซนมา ยูคิน (Zalman Usiskin. 2002 : 1) แล้วมีความเห็นว่า ความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเป็นตนแต่มีอยู่และสัมพันธ์กับสิ่งที่เรารู้ หากเราเข้าใจเรื่องใดและ สามารถแสดงให้คนอื่นทราบได้ว่าเรารู้ในเรื่องนั้น คนเหล่านั้นก็จะเข้าใจเรื่องนั้นด้วย ในทางตรงกัน ข้ามหากเรารู้ในสิ่งที่คนอื่นไม่รู้ เราสามารถบอกได้ว่าพวกเขายังไม่เข้าใจอย่างแท้จริง มิติของ ความเข้าใจที่ได้เสนอไปแล้วนั้นก็เพื่อให้เห็นว่าแนวคิดในเรื่องความเข้าใจนี้มีหลากหลายและขึ้นอยู่กับ ความเข้าใจของคนที่มีอาชีพต่าง ๆ กัน และเราก็ไม่สามารถสอนผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจที่แท้จริง ได้ เพราะว่ามันไม่มี อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ในสมัยก่อนหรือสมัยนี้ เรายัง จำเป็นที่จะต้องสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ

สุวรงค์ โคว์ตระกูล (2544 : 23-24) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีวิธีคิดในการแก้ปัญหาไม่ เหมือนกัน ทั้งนี้ต้องเกิดจากความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาของตนเอง แนวคิดทฤษฎีนี้มีรากฐานมา จากแนวคิดของนักจิตวิทยาการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ แนวคิดของ ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) เรียกว่า Cognitive constructivism ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

แล้ว จะทำให้ผู้เรียนพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยวิธีการดูซึมได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างปัญญา และปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา คือ การเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่ง สร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาหรือเกิดการเรียนรู้ได้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545 : 128-129) โดยทั่วไปคนมองข้ามความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์แตกต่างกัน คนทั่วไปมองข้ามความเข้าใจว่าเป็นการทำได้ เช่น ผู้เรียนเข้าใจเรื่องเศษส่วน ถ้าเขาสามารถทำเศษส่วนได้ (คิดคำนวณเศษส่วนได้) ในขณะที่นักคณิตศาสตร์มองความเข้าใจที่ แท้จริงว่า เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถนำสมบัติต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ สำหรับกลุ่มที่ ใช้คณิตศาสตร์มากมักคิดว่าผู้เรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงหากเขาไม่ได้ใช้ พวกที่ศึกษา เกี่ยวกับการเรียนรู้คิดว่าความเข้าใจที่แท้จริงต้องสะท้อนวิธีที่สมองทำงานหรือพัฒนาการของผู้เรียน เช่นเดียวกับนักประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมที่คิดว่าประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมจำเป็นต่อความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง จะเห็นว่ามุมมองความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่มแต่ ละอาชีพนั้นแตกต่างกันซึ่งบางครั้งก็ขึ้นอยู่กับบริบทของตนและบางครั้งก็ไม่ได้ตระหนักถึงคุณค่า ของความเข้าใจในมุมมองของผู้อื่นเลย แล้วอะไรที่เป็นความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่แท้จริง

จากที่กล่าวมาสรุปลักษณะความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำประสบการณ์เดิมของ ผู้เรียน มาส่งเสริมการเรียนรู้ และเชื่อว่าวุฒิภาวะอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ ใหม่ ต้องมีองค์ประกอบอื่นเกี่ยวข้อง เช่นการพัฒนาทางด้านภาษา และประสบการณ์เดิมเข้ามามีส่วน สำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

กระบวนการสร้างความเข้าใจ (Understanding construction)

เป็นกระบวนการที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาซึ่งเป็นผลจาก กระบวนการ reflective abstraction เป็นแนวคิดของ Piaget เริ่มต้นจากการจัดกระทำกับวัตถุเชิง กายภาพหรือเชิงมโนภาพที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างทางปัญญาเพื่อที่จะสร้างความเข้าใจหรือความหมาย กับประสบการณ์ใหม่เพื่อสร้างความเข้าใจในระดับต่างๆ Dubinsky และคณะ(Asiala et al. 1996) ได้จำแนกกระบวนการสร้างความเข้าใจได้ ดังนี้

1. กระบวนการหาข้อสรุปกรณีทั่วไป (Interiorization)

ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action) ถูกกระบวนการหาข้อสรุป (Interiorization) เพื่อพัฒนาเป็นความเข้าใจในกระบวนการ (Process) โดยการพิจารณาหาข้อสรุปเป็น กรณีทั่วไป ได้แก่ จากการเขียนกราฟของฟังก์ชัน $y=x$, $y=0.2x$, $y=2x$ และ $y=3x$ โดยใช้เครื่องคิดเลข กราฟิก และหาข้อสรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์ของ x ที่มากกว่า 0 จำได้กราฟเป็นเส้นตรงทำมุมแหลมกับ

แกน x วัดทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อสัมพันธ์ของ x มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มุมที่เส้นกราฟกระทำกับแกน x วัดทวนเข็มนาฬิกาจะโตขึ้นซึ่งความเข้าใจนี้ถูกจัดให้อยู่ในระดับกระบวนการ (Process)

2. กระบวนการสร้างความสัมพันธ์ (Coordination)

เป็นกระบวนการที่นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) ใหม่จากความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) เดิมหลายๆกระบวนการ โดยการสร้างการเชื่อมโยงกระบวนการเหล่านั้นเพื่อสร้างข้อสรุปของกระบวนการใหม่ ได้แก่ การที่นักเรียนเชื่อมโยงกระบวนการหาความชันและสมบัติของเส้นขนานและได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานที่ว่าเส้นขนานทุกเส้นจะมีความชันเท่ากัน

3. การปฏิบัติการย้อนกลับ (Reversal)

เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้ปฏิบัติการย้อนกลับกระบวนการของฟังก์ชันเพื่อหาฟังก์ชันอินเวอร์สของฟังก์ชันที่กำหนดให้

4. การทำเป็นกรณีทั่วไป (Generalization)

เป็นกระบวนการที่นักเรียนสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการเพื่อสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการใหม่ ได้แก่เมื่อกำหนดฟังก์ชัน $f(x)=2x+3$ และฟังก์ชัน $g(x)=5x$ นักเรียนสามารถใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันในระดับกระบวนการใช้ในการหาค่าของ $f(g(2))$

5. กระบวนการสร้างความเข้าใจในระดับวัตถุของมโนคติใหม่ในระดับสูงขึ้น

(Encapsulation) เป็นกระบวนการที่ใช้ความเข้าใจในระดับกระบวนการเพื่อสร้างความเข้าใจในมโนคติในระดับสูงขึ้น ได้แก่ เมื่อกำหนดฟังก์ชัน $f(x)=2x+3$ และ $g(x)=5x$ นักเรียนสามารถใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันในระดับกระบวนการใช้ในการหาค่าของ $f(g(2))$ ซึ่งความเข้าใจระดับการจักรกระทำ (Action) ของมโนคติใหม่คือมโนคติเกี่ยวกับฟังก์ชันคอมโพสิท (Composite function)

จากที่กล่าวมาสรุปกระบวนการสร้างความเข้าใจได้ว่า ความเข้าใจเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะต้องพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมถึงการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

การสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 8-16) กล่าวว่า iva การเข้าใจคณิตศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายสากล การสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเป็นสิ่งที่ดี ผู้สอนควรบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ว่าต้องการให้เขาได้รับความรู้และมีความเข้าใจ

ในเรื่องใด และข้อสอบควรวัดความรู้ความเข้าใจนั้นด้วย จุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งในการศึกษาคณิตศาสตร์คือการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจ (Understanding) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรตระหนักถึงความสำคัญของจุดประสงค์นี้ ในขณะเดียวกัน ครูผู้สอนควรสอนให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการทางคณิตศาสตร์ เพราะความคิดรวบยอดเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นสำหรับความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งเป็นความสามารถขั้นสูงของผู้เรียนและจะเป็นอีกจุดประสงค์หนึ่งที่สำคัญและคาดหวัง การได้มาซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถพื้นฐานหลายอย่าง และการแก้ปัญหานั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธีดังจะเห็นได้จากตัวอย่างในหนังสือ How to Solve It ของ Polya (ปี ค.ศ.1887-ปี ค.ศ.1985) ซึ่งเขียนหนังสือเล่มนี้ไว้ใน ปี ค.ศ.1956 ความเข้าใจ (Understanding) ตรงข้ามกับการท่องจำ (Rote Learning) อย่างเช่นการใช้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องคิดเลข ซึ่งถ้าเพียงเรากดปุ่มแล้วก็ได้คำตอบโดยปราศจากความรู้และความเข้าใจถึงที่มาหรือเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวอาจจะไม่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามหากเรารู้จักใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสม เทคโนโลยีก็สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจได้ การเรียนรู้เพื่อให้สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจได้ การเรียนรู้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้นั้นจำเป็นต้องรู้กระบวนการ

อัมพร ม้าคนอง (2547 : 1) ได้กล่าวว่า การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนนับเป็นสิ่งที่ถูกเน้น และกล่าวถึงมาทุกยุคทุกสมัยด้วยเหตุผลที่การสอนโดยให้ผู้เรียนจดจำ หรือท่องจำไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากขาดความเข้าใจอันเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเชิงมโนคติ (Conceptual Understanding) ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือความหมายของสิ่งที่กำลังศึกษา ความเข้าใจเชิงมโนคติเป็นสิ่งที่ได้มาจากการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและระบบจึงเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดระดับสูง และการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเกิดมโนคติจะช่วยลดปัญหาความผิดพลาด ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เนื่องจากการที่ผู้เรียนคิดหรือคำนวณผิดพลาด ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการจดจำขั้นตอน หรือวิธีการมาโดยปราศจากความเข้าใจหรือมโนคติทำให้คณิตศาสตร์ในความคิดของผู้เรียนลดความสำคัญลงเป็นเพียงการดำเนินการ โดยใช้สัญลักษณ์

จากที่กล่าวมาสรุป การสอน ได้ว่า การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนนับเป็นสิ่งที่ถูกเน้น และกล่าวถึงมาทุกยุคทุกสมัยด้วยเหตุผลที่การสอนโดยให้ผู้เรียนจดจำ หรือท่องจำไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากขาดความเข้าใจอันเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเชิงมโนคติ (Conceptual Understanding) ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

การวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้
อนันต์ จันทร์กวี (2545: 256) ได้กล่าวว่า การวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. สรุปหรือบอกความหมายของเรื่องราวที่เคยเรียนมาแล้ว โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบแตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาในชั้นเรียน
2. สรุปความหมายของเรื่องให้เป็นกฎ หลักการ หรือสรุปเป็นกรณีทั่วไปหรือหาค่าสัญลักษณ์โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
3. แปลงหรือเปลี่ยนรูป จากข้อความที่เป็นภาษา ให้เป็นสัญลักษณ์หรือภาพ ซึ่งชี้แจงความสมเหตุสมผลของข้อความและแปลความหรือตีโจทย์ปัญหา

เพอร์กินส์ (Perkins. 1993:35) ได้กล่าวว่า การวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่เรียนอย่างแท้จริงนั้น ครูควรคำนึงถึงข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1. ควรเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้ปฏิบัติมากกว่าครู
2. เตรียมการประเมินผลที่ต่อเนื่อง
3. ควรสนับสนุนการแสดงออกของนักเรียน ให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการ เพราะการแสดงออกจะบ่งบอกถึงความเข้าใจในทางปฏิบัติของนักเรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สรุปหรือบอกความหมาย กฎ หลักการ ของเรื่องราวที่เคยเรียนมาแล้ว มีการประเมินผล ให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยตนเอง

สรุปความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้น ได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้กับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ นำมาจัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Lall and Lall. 1983 : 45-54) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทางสติปัญญาว่าการสร้างองค์ความรู้คือความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการเฉพาะของแต่ละบุคคล โดยบุคคลจะสร้างองค์ความรู้หรือมีความเข้าใจในมิติที่

คาดหวังบนพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยการนำเอาความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่นั้นมาสร้างความหมายหรือความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ ดังนั้นความหมายที่ถูกสร้างขึ้นในประสบการณ์เดียวกันของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่บุคคลนำมาสร้างความหมายนั้นมีความสอดคล้องและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญหรือไม่ นั่นคือ องค์ความรู้ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องเหมาะสมเพียงพอหรือไม่เพียงไรนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ซึ่งแนวคิดพื้นฐานนี้เป็นแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) โดยเพียเจต์ ได้กล่าวถึงแนวโน้มนั้นพื้นฐานทางธรรมชาติของมนุษย์ที่ติดตัวมาแต่กำเนิดว่ามีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) โดยที่การจัดระบบเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของแต่ละบุคคล โดยวิธีการรวมกระบวนการต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาเชื่อมโยงกันอย่างมีระบบซึ่งทำให้เกิด โครงสร้างทางปัญญาขึ้น (Network of knowledge/Schema) ส่วนการปรับตัวเป็นการที่บุคคลปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปรับนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อคนเราปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยที่การปรับนี้ประกอบด้วย กระบวนการ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับเปลี่ยน (Accommodation) พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลรับเอาประสบการณ์ใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องกับสัมพันธ์กับความรู้หรือ โครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการดูดซึม (Assimilation) แต่ในกรณีที่หาก ไม่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามา บุคคลนั้นจะเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งทำให้บุคคลนั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้น (Cognitive conflict) ดังนั้นบุคคลจึงพยายามปรับสภาวะทางปัญญานั้นให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (Equilibration) โดยการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ (Accommodation) ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่เพื่อที่จะเอาประสบการณ์นั้นเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการทางปัญญาต่อไป

ทฤษฎีความรู้ความเข้าใจของ เฮริทเบิร์ก และ คาเพนทอ (Hiebert & Carpenter)

เฮริทเบิร์ก และ คาเพนทอ (Hiebert & Carpenter. 1992 : 1) ได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของแต่ละบุคคลแต่ละคนจะเข้าใจแนวคิดหรือมโนคติทางคณิตศาสตร์ก็ต่อเมื่อแนวคิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของ โครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Network Schema of mathematical knowledge) โดยการเชื่อมโยงกระบวนการที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตาม Crowley (2000 ; อ้างถึงใน ชาญณรงค์ เขียงราช.

2550 : 98) ได้ให้ข้อสังเกตว่าความมากหรือน้อยของกระบวนการที่เชื่อมโยงอยู่ในโครงสร้างของ ความรู้นั้น ไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงการที่บุคคลนั้นจะมีความเข้าใจในมโนคติหรือความสำเร็จใน การแก้ปัญหา นั้นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและคุณภาพของการเชื่อมโยงมากกว่า ดังที่ เฮิร์ตเบิร์ก และ คาเพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter. 1992 : 1) ได้กล่าวไว้ว่าความล้มเหลวในการสร้างความ เชื่อมโยงในมโนคติหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและมีความหมาย อาจเป็นสาเหตุที่ ทำให้นักเรียนเกิดความยุ่งยากในการพัฒนาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ Hiebert & Carpenter ได้จำแนกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ Conceptual Understanding และ Procedural Understanding โดยที่ Conceptual Understanding เป็นการเข้าใจในกระบวนการแต่ละ กระบวนการซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดกระทำหรือขั้นตอนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยที่ นักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องหรือความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสร้าง ความเชื่อมโยงกระบวนการเหล่านั้น

ทฤษฎีความรู้ความเข้าใจหรือทฤษฎีปัญญา (Cognitive Theories)

พรณี ข.เจนจิต (2538 : 404-406) ได้สรุปแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มนี้มีความเห็นว่าการ ศึกษาพฤติกรรมควรเน้น ความสำคัญของกระบวนการคิด และการรับรู้ของคน ได้ให้ ข้อเสนอแนะว่าคนทุกคนที่ธรรมชาติภายในที่ใฝ่ใจใคร่เรียน เพื่อก่อให้เกิดสภาพที่สมดุล ดังนี้ นั้น การที่เด็กได้มีโอกาสเรียนตามความต้องการ และความสนใจของตน จะเป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับ เด็กมากกว่าที่ครูหรือผู้อื่นจะบอกให้ ซึ่งก็คือ “การจัดการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ” แนวความคิดของนักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้มาจากหลักการของ Field theory ซึ่ง Lewin เป็นผู้เสนอไว้ ทฤษฎีนี้เน้นเกี่ยวกับการรับรู้ของคนซึ่งจะได้รับอิทธิพลทั้งจากวิธีการที่ คนจัดสิ่งเร้าเพื่อให้เกิด การรับรู้หรือจากประสบการณ์ หรือจากความสนใจของบุคคล Lewin ได้อธิบายเกี่ยวกับการแสดง พฤติกรรมของคนอื่นเนื่องมาจากการรับรู้ด้วย “Life Space” ซึ่งคนจะแสดงพฤติกรรมตามสิ่งที่ตน รับรู้ภายใน Life Space นั้นๆ ซึ่งถือว่าเป็น สิ่งแวดล้อมตามที่เรารับรู้ ดังนั้น ในการทำความเข้าใจ พฤติกรรมของคน จำเป็นจะต้องรู้ทุกๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับคนๆ นั้นภายในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยเฉพาะ แต่มีหลักการบางอย่างของจิตวิทยากลุ่มนี้ได้รับอิทธิพลจากกลุ่ม Gestal ซึ่งเน้นเกี่ยวกับ เรื่องความเข้าใจอย่างแท้จริง Bruner ได้ชี้ให้เห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนนั้น วิธีที่จะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้คือการใช้ “เค้าโครง” หรือ “โครงสร้าง” เพื่อช่วยให้ เด็กมองเห็นภาพรวมของสิ่งที่จะเรียนทั้งหมด ซึ่งจะช่วยให้เด็กสามารถเข้าใจหลักการของสิ่งที่เรียน ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้อีก นอกจากนั้นยังเป็นช่องทางที่เด็กจะสามารถเรียนสิ่งอื่นที่ ยุ่งยากซับซ้อนได้ต่อไป ในด้านการจัดการเรียนการสอนนักจิตวิทยากลุ่มนี้ ได้เสนอให้ใช้เทคนิคของ Discovery ซึ่งหมายถึง การที่让孩子ได้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจากการที่เด็กทำได้ด้วยตนเอง

เช่นนั้น จะช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง และทำให้เด็กคุ้นเคยกับทักษะของการแก้ปัญหา นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคนิคของการให้ข้อมูลที่ไมตรงกับความเป็นจริง การเปิดโอกาสให้เด็กทำผิดพลาด และการคิดฝึก เพื่อที่จะได้ทราบความคิดของเด็ก ตลอดจนการใช้เทคนิคการสอบถาม (Inquiry) เพื่อฝึกให้เด็กรู้จักการตั้งคำถาม

ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้กับการเรียนรู้ (Constructivist)

ก๊อดเซอเวิล (Glaserfeld. 1995 : 1) เสนอเกี่ยวกับความรู้ในมุมมองของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) นักเรียนสร้างความรู้โดยกระบวนการ คิดของตนเอง โดยเมื่อนักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิมนักเรียนก็จะเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนจะต้องปรับโครงสร้างทางปัญญาโดยเกิดจากกระบวนการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งเป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาเป็นการเสริมความรู้ใหม่โดยปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ และกระบวนการปรับเปลี่ยน (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับโครงสร้างใหม่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ เพื่อให้เข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่

แอนโทนี (Anthony. 1996 :1) อธิบายเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นไว้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่นักเรียนมีอิสระในการพิจารณาและควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ลักษณะที่สองอธิบายในส่วนคุณภาพของนักเรียนโดยที่ Anthony อธิบายว่าความรู้จะถูกสร้างอย่างกระตือรือร้นโดยตัวนักเรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่ของพวกเขา ไม่ได้เป็นการรับรู้จากครูเพียงเท่านั้น Anthony ได้ให้ข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) ไว้ 3 ข้อดังนี้ 1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ ไม่ใช่เรื่องการบันทึกความรู้หรือการรับรู้ 2) การเรียนรู้เป็นการอาศัยความรู้ที่ติดคือการใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการสร้างความรู้ใหม่ 3) นักเรียนตระหนักถึงกระบวนการเกี่ยวกับการรู้ การควบคุมและกำหนดกระบวนการนั้น ๆ ซึ่งการตระหนักหรือการรู้ถึงการรู้ของตัวเอง เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อการเรียนรู้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 1) กล่าวว่าทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) เป็นความเชื่อ ปรัชญา หรือทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ หลักการสำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) เป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เชื่อว่าความรู้เป็นโครงสร้างที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเองด้วยวิธีการต่างๆ โดยนำมาเชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ดังนั้น การเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ใช้ความรู้ ความสามารถตามความเชื่อของตนด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นเพื่อ

กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้าง โครงสร้างความรู้ใหม่หรือขยาย โครงสร้างทางปัญญาของตนให้กว้างขวางมากขึ้นซึ่ง

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541 : 1) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) มีหลักที่สำคัญเกี่ยวกับการสอน การเรียนรู้ก็คือนักเรียนจะต้องสร้างความรู้ (Knowledge) ขึ้นในใจตนเอง ครูเป็นแค่เพียงผู้ช่วยเหลือหรือเข้าใจในกระบวนการนี้ โดยหาวิธีการจัด ข้อมูลข่าวสารให้มีความหมายแก่นักเรียนหรือให้โอกาสนักเรียน ได้มีโอกาสค้นพบด้วยตนเอง นอกจากนี้จะต้องสอนศิลปะการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำเองไม่ว่าครูจะใช้วิธีสอนอย่างไร การสอนแนวทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) มักจะเริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหา ซึ่งครูอาจจะเป็นผู้ตั้งหรือมาจากนักเรียน โดยมีครูและนักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวหรือช่วยเหลือ ซึ่งเป็นวิธีที่รู้จักกัน โดยทั่วไปว่าเป็นวิธี “Top-down” ดังนั้นการสอนแนวทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) จึงมักจะเป็นการสอนด้วยการค้นพบ การทดลอง ซึ่งใช้ได้ทุกวิชา ตั้งแต่วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น พื้นฐานความคิดของทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) ก็คือ “การเรียนรู้ เน้นการค้นพบ” แม้ว่าการสอนจะเป็นแบบ “การรับ” ก็จะต้องเน้นการรับอย่างมีความหมาย โดยใช้การรู้จักคิด รวบรวม หรือจัดข้อมูลด้วยความเข้าใจของตนเองและเก็บไว้ในความทรงจำ และสามารถค้นคิดขึ้นมาใช้ใหม่

วณานิภา บุญสวัสดิ์ (2545 : 1) ได้สร้างรูปแบบการสอน โดยอาศัยแนวจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) และได้กำหนดขั้นตอนของการสอนเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวน เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ให้ผู้เรียนแต่ละคนอธิบายหรือบอกความรู้ ความเชื่อ หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการทำให้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 2 ขั้นเผชิญชน เป็นการนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยที่ความรู้เดิมนั้นไม่สามารถที่จะอธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งจะเป็นการทำทนายให้นักเรียนร่วมกันหาวิธีในการแก้ปัญหาหรือค้นพบคำตอบ โดยการ ใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนหาวิธีการในการค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจ เป็นการให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ เพื่อที่จะมองหาสารสนเทศจากการทดลอง แล้วออกแบบหรือสร้าง โมเดลเพื่อรวบรวมจัดกระทำข้อมูล อภิปรายการแก้ปัญหาพร้อมกับนักเรียนคนอื่นๆ เพื่อนำมาประเมินทางเลือกที่หลากหลาย โดยการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน เพื่อวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน ป่งชี้การเสี่ยงและผลที่จะตามมา บอกขอบเขตของการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา เป็นการให้นักเรียนสื่อความหมาย ข้อมูลและความคิดเห็นของตนเอง จากคำอธิบายเป็นโมเดลหรือสร้างคำอธิบายใหม่ เพื่อที่จะได้ ทบทวนและวิเคราะห์คำตอบของปัญหา โดยการให้เพื่อนประเมินผลการนำเสนอคำตอบแล้วรวบรวม คำตอบที่หลากหลายมาเพื่อที่จะได้ชี้ให้เห็นถึงคำตอบที่เหมาะสม บูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้อ และประสบการณ์ที่มีอยู่

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปปฏิบัติ เป็นการใช้สถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้ตัดสินใจโดย การนำความรู้และทักษะไปใช้เพื่อทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้แลกเปลี่ยนสารสนเทศ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นโดยการถามคำถามใหม่ เพื่อให้เกิดการพัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้ปรับเปลี่ยน โมเดล ของความคิดเห็นจากการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อนๆจากนั้นจึงจะเกิดการผสมกลมกลืนเข้า เป็นโครงสร้างของความรู้ขึ้น

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาตามแนวความคิดของกลุ่มนี้ได้ให้ความสนใจกับการจัด การเรียนการสอนในลักษณะ Expository ซึ่ง ก็คือ การสอนที่ครูให้ทั้งหลักเกณฑ์และผลลัพธ์แต่ เป็นไปในลักษณะที่ผู้เรียนเรียน อย่างรู้ความหมาย โดยที่ถือว่าเป็นการเรียนรู้จะขึ้น ได้ดีในการเรียนรู้ สิ่งใหม่นั้นผู้เรียนเคยมีพื้นฐานเดิมซึ่งสามารถเชื่อมโยงเข้ากับการเรียนรู้ใหม่ได้ ไม่ได้เป็นการเรียน สิ่งใหม่ทั้งหมดโดยไม่ได้นำความรู้เดิมมาใช้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นการจัดการเรียนการสอนก็จะ เป็นไปใน ลักษณะของการท่องจำ

ทฤษฎี Action – Process – Structure (APS)

ทฤษฎี Action – Process – Structure (APS) เป็นทฤษฎีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจในระดับความคิดรวบยอดใหม่ในระดับสูงขึ้น

กรอบทฤษฎี Action–Process–Structure (APS)

ชาญณรงค์ เอียงราช (Heingraj. 2552 : 1) ได้นำเสนอกรอบทฤษฎี Action–Process– Structure (APS) เพื่ออธิบายถึงธรรมชาติของโครงสร้างทางปัญญา ที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้าง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนัก เรียนและกระบวนการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ซึ่งเกิดจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Network of knowledge หรือ Schema) กรอบทฤษฎี Action–Process–Structure (APS) นี้พัฒนาจากแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการ Reflective abstraction ของ Piaget ซึ่งกรอบทฤษฎี Action–Process–Structure (APS) จัดระดับ ความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย

ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) หมายถึง

ความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมายต่อสิ่งเร้าภายนอก ได้จากการสังเกต นักเรียนมีความเข้าใจจำกัดในระดับการจัดกระทำมีความสามารถในการปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด หรือขั้นตอนการคิดคำนวณที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนจะถูกกระทำให้สำเร็จก่อนที่จะทำในขั้นตอนต่อไป

ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) หมายถึง เมื่อ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจจากการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่ง นักเรียนสามารถที่จะใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องมาสร้างความหมายสิ่งที่ได้จากการวัด การคิด คำนวณ หรือการจัดกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปของมโนภาพ โดยไม่จำเป็นต้องจัดกระทำ หรือการคิดคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถอธิบาย สะท้อน หรือคิด ย้อนกลับกระบวนการจัดกระทำนั้น โดยไม่จำเป็นต้องแสดงการจัดกระทำในแต่ละขั้นตอนออกมา ในสภาวะของความเข้าใจในระดับกระบวนการ นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจระดับกระบวนการ ขึ้นมาใหม่โดยการปฏิบัติการย้อนกลับ การขยาย การสร้างความสัมพันธ์ หรือการจัดกระทำระหว่าง ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ระดับกระบวนการตั้งแต่ 2 กระบวนการขึ้นไป

ความเข้าใจระดับ โครงสร้าง (Structural conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจ ในระดับโครงสร้างเป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ความเข้าใจในระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันถูกนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจในระดับ กระบวนการใหม่หรือความเข้าใจในระดับกระบวนการจำทำให้เกิด โครงสร้างทางปัญญาขึ้น

จากการศึกษาทฤษฎีความเข้าใจ ผู้วิจัยยึดกรอบทฤษฎี Action – Process – Structure (APS) มาใช้ในการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

แบบทดสอบ

ความหมายของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ ทางด้านพุทธินิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบที่ครู สร้าง และแบบมาตรฐานแบบทดสอบที่ดีต้องมี ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ความลึก ของคำถาม ความช่วย ความจำเพราะเจาะจง ความเป็นปรนัย มีประสิทธิภาพ มีอำนาจจำแนก มีความยาก

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาภิรุต (2542 : 72) ให้ความหมายแบบทดสอบว่า หมายถึง วิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

สมนึก ภักทิษณ (2546 : 72) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่กับเครื่องมือชนิดอื่นๆอย่างหลากหลาย

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

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

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ (Systematic Procedure) หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการบริหารจัดการและให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม (Behaviors) ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้น โดยผู้ตอบสนองตอบข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการวัดโดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด (Sample of all possible items) ตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจึงต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้นและถ้าผู้ตอบตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูกต้องให้คะแนนเท่ากัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลาย รูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบกาถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้นๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบอัตรัยหรือความเรียง

จากความหมายของแบบทดสอบนักการศึกษาที่ให้ไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการประเมิน เปรียบเทียบ วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย อย่างเป็นระบบ ผ่านกระบวนการหาคุณภาพ และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผล และแน่นอน

ประเภทของแบบทดสอบ

มีนักการศึกษาหลายท่านแบ่งประเภทของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาภิรุต (2542 : 33-34) แบ่งได้ แตกต่างกันตามเกณฑ์ที่ใช้

1. แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านำไปใช้อีกก็ต้องตัดแปลง ปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้เฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีกระบวนการวิเคราะห์หาคุณภาพ

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน จนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัยและมีเกณฑ์ปกติ(norm) ไว้เปรียบเทียบกับรวมความแล้วต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบและแปลผลคะแนนที่ได้

1.2 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนว่า มีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบความถนัดที่วัดความสามารถทางวิชาการว่ามีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

1.2.2 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี ทางการแพทย์ ทางศิลปะ เป็นต้น ใช้สำหรับการแนะแนวการเลือกอาชีพ เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดทางศิลปะ

2. ถ้าแบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ จะแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 แบบวัดความเรียง (Essay Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ผู้ตอบจะต้องเรียงเรียงคำตอบเอง การวัดความรู้ด้วยคำถามแบบความเรียงหรือที่รู้จักว่า เป็นแบบอัตนัย รูปแบบจะมีเฉพาะตัวคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่างหรือกำหนดกระดาษคำตอบให้ไว้เป็นพิเศษ สำหรับให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงไปเองผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถามแบบนี้จะมีปัญหาในการตรวจให้คะแนนทั้งความเป็นธรรมและความสะดวกรวดเร็ว ฉะนั้นจึงไม่นิยมไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ (Short Answer and Multiple Choice Test) หรือที่รู้จักกันทั่วไปคือ แบบปรนัย (Objective Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้นๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามนั้น

2.3 แบบเลือกตอบ(Multiple Choice Item) รูปแบบทั่วไปของแบบวัดชนิด

เลือกตอบจะมีตัวคำถามซึ่งเขียนเป็นประโยคสมบูรณ์และมีตัวเลือกตอบ กำหนดไว้ให้เลือกตอบ อาจจะมี 3 4 5 หรือ 6 ตัวเลือกในส่วนที่เป็นตัวเลือกตอบประกอบด้วยตัวถูกและตัวลวง คำถามแบบเลือกตอบมีหลายชนิด

2.4 แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจ会有ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบกาถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้นๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบอัตนัยหรือความเรียง

แบบทดสอบอัตนัย

ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักวิชาการหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้หลายทัศนะ ดังนี้ ชาญชัย ชมดิษฐ์ (2548 : 34-38) กล่าวว่า แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ

เมห์เรน และเลห์มานน์ (Mehrens & Lehmann. 1969 : 206-277) กล่าวถึงแบบทดสอบอัตนัยว่ามีลักษณะของคำถามที่แตกต่างจากคำถามชนิดอื่น ดังนี้

1. ไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่สมบูรณ์และถูกต้อง
2. ผู้สอบได้ตอบอย่างอิสระ
3. คุณภาพของคำตอบมีระดับต่างกัน

ฮอบกินส์ และแอนเตส (Hopkins & Antes. 1990 : 231-232) ได้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบอัตนัย ว่าข้อสอบประเภทนี้ต้องการคำตอบที่เป็นประโยคหลายประโยคต่อเนื่องกัน ซึ่งแสดงความสมเหตุสมผล ผู้ตรวจความถูกต้องและคุณภาพของข้อสอบแบบนี้ ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในวิชาที่สอบ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบแบบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ไม่มีข้อจำกัดในการเขียนคำตอบ

ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

ชาญชัย ชมดิษฐ์ (2548 : 34-38) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended response) และแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response) ซึ่งขึ้นอยู่กับ การให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่าเด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนด โครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบ ได้ดี

1. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended response) ข้อสอบแบบอัตรานัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ ให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลที่จริงต่าง ๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัย การสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่ สูงขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียน ไป เช่น จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้บอกถึงหลักสำคัญที่ ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น จงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของ การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด เพราะเหตุใดเอคิสันจึง ได้รับการยกย่อง เป็นอย่างมากจากการทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น จงกล่าวถึงความคล้ายคลึง กันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลีและเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่น จงเปรียบเทียบและอธิบาย เหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือ มีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือ นักเรียน มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขต แบบฟอร์มและเนื้อหาที่เฉพาะให้นักเรียนไม่มีอิสระในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้น กว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและ ความยาวในการตอบไว้ด้วย ตัวอย่างเช่น ลักษณะภูมิอากาศ การปกครอง อาชีพของพลเมือง จง อธิบายสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความ รักชาติมา 5 ข้อ

เมห์เรน และเลห์มันน์ (Mehrens & Lehmann. 1969 : 206-277) กล่าวถึง

ได้แบ่งแบบทดสอบอัตรานัยออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของควมมีอิสระในการตอบ ดังนี้

1. แบบตอบขยาย (Extended Response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response) ข้อสอบแบบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่างๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียนหรือผู้สอบมาก เปิดโอกาสให้เขียนแสดงความคิดเห็น อธิบาย อภิปราย ได้อย่างเต็มที่ทุกแง่มุมตามที่ต้องการ ไม่จำกัด ลักษณะคำถามจึงกว้างขวาง เหมาะกับการวัดความสามารถด้านความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ทักษะคิด และการประเมินค่า (Evaluation) เพราะข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรวบรวมความคิดต่างๆ การประเมินคุณค่าของสิ่งเหล่านั้นและการใช้วิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผลนี้ ปริมาณคำตอบของข้อสอบแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับคำถามและความรู้ที่สั่งสมไว้ว่ามีมากน้อยเพียงใด ประกอบกับความสามารถในการจัดระบบการตอบ และความสามารถในการใช้ภาษาของนักเรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ จุดอ่อนของการถามแบบนี้อยู่ที่ การให้คะแนน เพราะยากที่จะหาเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ถูกต้องเที่ยงตรงได้ คำถามที่ใช้มักจะเป็นคำถามประเภท “จงอภิปราย , เปรียบเทียบ, แสดงความคิดเห็น” เป็นส่วนใหญ่

2. แบบทดสอบจำกัด (Restricted Response หรือ Short – Essay Item) ข้อสอบแบบนี้จะสามารถออกจุดอ่อนของคำถามแบบแรกได้ ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบแบบขยายคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระในการตอบ โดยไม่จำกัด ทำให้ได้คำตอบที่แตกต่างกันมาก จึงมักมีปัญหาในการตรวจให้คะแนน โดยเฉพาะในแง่ของการเปรียบเทียบกันในกลุ่ม ข้อสอบแบบนี้จึงถามแบบเจาะจง ผู้เขียนข้อสอบจะกำหนดขอบเขต ลักษณะการตอบตลอดจนเนื้อหา ทิศทางการตอบและความยาวในการตอบ ไว้ด้วยคำตอบจึงสั้นและอยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้ตอบต้องจัดเรียงความคิดเห็นให้เป็นระเบียบแล้วตอบให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้นๆ โดยไม่มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ให้ ข้อสอบแบบนี้จึงมีความสะดวกในการให้คะแนนมากกว่าแบบแรก เพราะมีเกณฑ์ต่างๆ ที่จะตัดสินให้คะแนนมากขึ้น ผู้เขียนข้อสอบจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องคำสั่ง โจทย์ ขอบเขตเนื้อหา และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนตอบคำถามที่ใช้มักอยู่ในรูป “จงนิยาม, ตอบสั้นๆ, อธิบายสั้นๆ” อย่างไรก็ตาม ข้อสอบแบบนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนน้อยมากในการแสดงความสามารถเกี่ยวกับการจัด การรวบรวม การแสดงความคิดเห็น และการจัดหาสิ่งต่างๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับการตอบ จึงมีประโยชน์สำหรับการวัดผลการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์แต่จะมีคุณค่าน้อยมากถ้าจะนำไปใช้ในระดัการสังเคราะห์และการประเมินค่า

ฮอบกินส์ และแอนเตส (Hopkins & Antes. 1990 : 231-232) แบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตราน้อยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบที่มีขอบเขตกว้างแต่ให้เวลาจำกัด (Extended-Response) ข้อสอบลักษณะนี้จะทดสอบทักษะของผู้เขียนในการเลือกว่าเขียนอะไรและจะเขียนมากน้อยแค่ไหนในแต่ละส่วน รวมทั้งความสามารถในการจัดระเบียบและแสดงความคิดในเชิงตรรกะ ข้อสอบเขียนบรรยายแบบขยายความ

นี้เป็นข้อสอบประเภทปลายเปิด (Open-Ended) และไม่ได้จำกัดความคิดของนักเรียน ข้อสอบแบบนี้มีประโยชน์ในการประเมินการเขียน โดยเฉพาะศิลปะเกี่ยวกับการใช้ภาษา

2. แบบจำกัดคำตอบ (Limited-Response) จะมีของเขตกว้างหรือแคบก็ได้ แต่นักเรียนควรจะรู้อย่างแน่ชัดว่าขีดจำกัดนั้นคืออะไร ข้อสอบแบบนี้จะให้ขีดจำกัดที่ระบุได้อย่างชัดเจน เพื่อสร้างขอบเขตในการตอบให้นักเรียน กล่าวคือนักเรียนต้องตอบในกรอบเนื้อหา ที่จำกัดข้อสอบแบบนี้มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่ต้องการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งต่างจากแบบทดสอบอัตนัยแบบที่มีขอบเขตกว้างที่ต้องการวัดด้านทักษะการเขียนผู้ออกข้อสอบควรพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายในการวัดผลก่อนตัดสินใจเลือกที่จะใช้รูปแบบใด

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบอัตนัยมี 2 ประเภท คือ แบบไม่จำกัดคำตอบ และแบบจำกัดคำตอบ

หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย คือ

1. ต้องดูจุดประสงค์ของการสอบก่อน แล้วจึงเขียนข้อคำถาม เพื่อให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
2. ควรใช้คำถามที่มีความกระชับ ด้วยหลักการถามและหลักภาษา
3. คำถามหนึ่งๆ ควรเป็นเรื่องเดียว เพื่อให้ผู้ตอบตอบได้ตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการ
4. คำถามควรคำนึงถึงเวลาให้ผู้ตอบทำการตอบ
5. คำถามทุกคำถามผู้สอบควรทำเฉลยไว้ และวางแผนการให้คะแนนแต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไร เพื่อใช้เปรียบเทียบ นอกจากนั้นต้องพิจารณาคำตอบที่มีโอกาสเป็นไปได้ที่ไม่จำเป็นจะต้องตรงกับเฉลยทุกตัว แต่ก็จะสามารถได้คะแนนได้ด้วยจากลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยดังกล่าว พอสรุปได้ดังนี้ คือ แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือเรื่องราวให้ โดยให้ผู้ตอบอธิบาย หรือบรรยายแสดงความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ข้อสอบแบบอัตนัย ควรเป็นข้อสอบที่มีคำถามที่กะทัดรัด ชัดเจนแต่อย่าให้สั้นจนเกินไป เพราะคำถามที่สั้นเกินไปจะทำให้ผู้อ่านตีความไปได้หลายประเด็น จนยากที่จะจับจุดที่ถามได้ และเพื่อให้ครูผู้สอนตรวจคำตอบให้คะแนน ได้อย่างถูกต้อง ข้อสอบแบบอัตนัยอาจอธิบายแนวทางที่ต้องการคำตอบไว้จะทำให้ นักเรียนตอบได้ตรงแนวทางยิ่งขึ้น นอกจากนี้ครูควรทำเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้า เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง แนวทางในการให้คะแนนที่สามารถแยกแยะระดับต่างๆ ของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติ มีความรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้ เช่น ตัวอย่าง เกณฑ์การให้คะแนน ในการตรวจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

- 5 คะแนน สำหรับวิธีการทำที่อธิบายได้ชัดเจนในเนื้อหานั้นๆ และคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

- 4 คะแนน สำหรับวิธีการทำในเนื้อหานั้นๆ และคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์
- 3 คะแนน สำหรับวิธีการทำในเนื้อหานั้นๆ และคำตอบที่เกือบถูกต้องสมบูรณ์
- 2 คะแนน สำหรับวิธีการทำในเนื้อหานั้นๆ ได้ถูกต้องเพียงครึ่งเดียวหรือแสดงวิธีทำถูกต้องแต่คำตอบผิด หรือไม่ชัดเจนว่าหาคำตอบมาได้อย่างไร
- 1 คะแนน สำหรับการทำถูกต้องไม่ถึงครึ่งหนึ่ง และขาดเหตุผลในการคิด
- 0 คะแนน สำหรับการแสดงวิธีทำผิดทั้งข้อ และคำตอบผิด

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

นักวัดผลการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและวิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย วิธีวิเคราะห์ย่อย และวิธีประเมินรวม ไว้มากมาย เช่น

อีเบล (Ebel, 1972 : 149-152) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจให้คะแนนไว้ 2 รูปแบบ คือ การให้คะแนนด้วยวิธีวิเคราะห์ และวิธีประเมินคุณภาพ โดยรวม (Analytic Scoring or Global-quality Scaling)

1. วิธีวิเคราะห์ วิธีนี้ส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ ของคำตอบจะเป็นตัวกำหนดการให้คะแนนมากน้อยอย่างอิสระ การพิจารณาจะพิจารณาทั้งส่วนประกอบที่สำคัญของคำตอบ และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้นด้วยว่าเป็นองค์ประกอบเดียวกันของคำตอบหรือไม่ แต่ถ้าความสัมพันธ์นั้นซับซ้อนและเข้าใจยากวิธีการเทียบเกณฑ์ก็อาจจะทำได้ไม่สะดวกและใช้เวลานาน

2. วิธีประเมินคุณภาพโดยรวม วิธีนี้ผู้ตรวจให้คะแนนจะอ่านคำตอบโดยรวมและพิจารณาความประทับใจ แล้วจึงเปลี่ยนความประทับใจนั้นเป็นระดับคะแนนบันทึกไว้ ทำแบบนี้ทุกๆ ข้อ วิธีการที่ดีกว่า เพื่อควบคุมความสม่ำเสมอ หรือมาตรฐานในการตรวจกระดาษคำตอบที่ต่างกัน คือ การแบ่งกลุ่มคำตอบเป็นหลายๆ กองตามระดับคุณภาพที่ต่างกัน โดยในแต่ละกองจะมีลักษณะคำตอบที่คล้ายๆ กัน เมื่อแบ่งกลุ่มแล้ว ผู้ตรวจให้คะแนนจึงมาพิจารณาตัดสินใหม่อีกครั้งว่าแต่ละกองเหมาะสมหรือยัง

ผู้ให้คะแนนจะกำหนดขนาดของแต่ละกองไว้ล่วงหน้าและพยายามแบ่งให้มีการแจกแจงใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ ในการแบ่งกลุ่มนั้นอาจแบ่งได้ดังนี้

1. แบ่งเป็น 3 กอง

ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับสูง
25%	50%	25%

ต่ำที่สุด	ต่ำกว่า	ปานกลาง	สูงกว่า	สูงที่สุด
5%	25%	40%	25%	5%

2. ตรวจให้คะแนนคำตอบแบบคำถามต่อคำถาม มากกว่า คนต่อคน

3. ถ้าเป็นไปได้ ควรปิดบังชื่อของนักเรียนที่ทำข้อสอบไม่ให้ผู้ตรวจให้คะแนนทราบ

4. ถ้าเป็นไปได้ ควรจัดให้มีการตรวจให้คะแนนอย่างอิสระ

เมอร์เรน และเลห์มานน์ (Mehrens & Lehmann. 1973 : 229-238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistic Method) ว่าวิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่างกำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่ง อาจแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “กลุ่มที่ยอมรับได้ – กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ดีมากจนถึงค่าว่ามาตรฐาน” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม และอธิบายถึงการตรวจโดยวิธีวิเคราะห์ย่อย (Analytic Method) ว่าการให้คะแนนวิธีวิเคราะห์เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาตอบ รวมไปถึงส่วนอื่น ๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผล และการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตอบ ความซับซ้อนของคำถาม และเนื้อหาที่ครูสอน

วิทท์เนย์ และเซเบอร์ส (Whitney & Sabers. 1976 : 5) ได้เสนอการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 วิธี คือ วิธีเทียบกับเกณฑ์กับวิธีจัดอันดับคุณภาพ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การตรวจโดยวิธีเทียบกับเกณฑ์ (Analytic Method หรือ Point Method) การตรวจให้คะแนนวิธีนี้ครูจะต้องกำหนดแนวการตอบไว้ล่วงหน้า โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อยๆ ตามความสำคัญแล้วกำหนดคะแนนเต็มของแต่ละตอนย่อยๆ หรือครูอาจแยกคำตอบออกเป็นตอนย่อยๆ ตามองค์ประกอบของการตอบ เช่น การจัดเรียงความคิด หลักฐานที่ยกมาอ้าง ตัวอย่างประกอบ เป็นต้น จากนั้นก็กำหนดคะแนนเต็มของแต่ละตอนย่อย เมื่อครูอ่านข้อสอบของนักเรียนก็จะให้คะแนนแต่ละตอนย่อยๆ มารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ

2. การตรวจโดยวิธีการจัดอันดับคุณภาพ (Rating Method หรือ Holistic Method หรือ Scoring Method หรือ Global Scoring) การตรวจให้คะแนนวิธีนี้ ครูจะอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละคน เมื่ออ่านกระดาษคำตอบแล้วก็จะแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มหรือเป็นกอง ตามระดับคุณภาพของการตอบ เช่น แยกกระดาษคำตอบออกเป็น 5 กอง ดังเช่น ดีมาก ดี พอใช้ เกือบพอใช้ อ่อน เมื่อครูอ่านกระดาษคำตอบแล้วก็จะจัดเข้ากองใดกองหนึ่งในห้ากองนี้หลังจากนั้นครูก็จะพิจารณากระดาษคำตอบในแต่ละกอง โดยพิจารณาว่าใครตอบดีกว่ากัน แล้วเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับของคุณภาพ แล้วให้คะแนนตามลำดับของคุณภาพอีกทีหนึ่ง

เวียสม่า และเจอร์ส (Wiersma & Jurs. 1985 : 175-177) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความเคร่งครัดในการให้เกณฑ์การให้คะแนนอย่างมาก เพราะว่าเป็นการยากที่จะให้คะแนน กล่าวคือ จะมีความเชื่อถือได้ยาก ซึ่งมีจุดสำคัญอยู่ที่กระบวนการให้คะแนนของผู้ตรวจ วิธีการนี้จะช่วยเพิ่มความเป็นปรนัยในการให้คะแนนเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามก็

ต้องอาศัยเวลาที่ยาวขึ้นในการตรวจ ที่ก่อนจะให้คะแนนครูจะต้องมีวิธีการหรือกำหนดกรอบของคำตอบไว้ล่วงหน้า เรียกว่า โมเดลคำตอบ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะเป็นการกำหนดค่าให้ประเด็นสำคัญๆ ที่จะทำให้การตรวจแตกต่างกันน้อยที่สุด วิธีการให้คะแนน มี 2 วิธี คือ

1. การให้คะแนนวิธีวิเคราะห์ย่อย (Analytic Scoring) จุดสำคัญของการให้คะแนนคำตอบอยู่ที่การจำแนกและกำหนดขอบเขตของคำตอบเป็นรายละเอียด มีความชัดเจนมากจึงง่ายต่อการตรวจและมีความเชื่อถือได้

2. การให้คะแนนวิธีการให้คุณภาพโดยรวม หรือวิธีการประเมินรวม (Holistic Scoring) เป็นวิธีที่อาศัยความประทับใจกับคำตอบ คำตอบจะดูมองในภาพรวมมากกว่าจะแยกออกมาเป็นส่วนย่อย โดยจะแยกกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กองหรือมากกว่า เช่น กองดีมาก กองดี กองพอใช้ กองแย่มาก การตรวจจะรวดเร็วและง่ายกว่า แต่ทำให้ไม่มีความเป็นปรนัย มีความเชื่อถือได้น้อย

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

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด

2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น

3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้คะแนน

4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็น ไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่นักเรียนทุกคน สำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็น ไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

4.1 การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method)

การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวการตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบ มากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบ

4.2 การตรวจโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพการตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของ ผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้น มาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไป แล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการตรวจแบบทดสอบอัตนัย

1. ให้ตรวจคำตอบทีละข้อ นั่นคือ ถ้าจะตรวจคำตอบข้อ 1 ก็ให้ตรวจข้อ 1 ของนักเรียนทุกคนจนจบ แล้วจึงเริ่มตรวจข้อ 2 ครูไม่ควรตรวจข้อสอบให้เสร็จเป็นคน ๆ
2. ให้มีความคงเส้นคงวาในการตรวจ เกณฑ์ในการให้คะแนนจะเหมือนกัน สำหรับทุก ๆ คำตอบ ครูบางคนอาจจะให้คะแนนค่อนข้างน้อย สำหรับคำตอบแผ่นแรก ๆ แต่จะให้คะแนนมากขึ้นสำหรับคำตอบแผ่นหลัง ๆ ทั้ง ๆ ที่คำตอบเหล่านั้นเป็นแนวเดียวกัน
3. เวลาตรวจไม่ควรดูชื่อนักเรียน เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดอคติในเวลาตรวจ
4. ถ้าสามารถให้มีผู้ตรวจ 2 คน ในแต่ละคำตอบแล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนนำมาเป็นคะแนนที่คำตอบนั้น ๆ ควรจะได้จริง ๆ จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากขึ้น
5. ควรหยิบกระดาษคำตอบมาตรวจแบบสุ่ม
6. ไม่ควรดูชื่อผู้ตอบในการตรวจกระดาษคำตอบ
7. ในเวลาตรวจนั้นครูไม่ควรนำเอาเรื่อง “ลายมือ” ของผู้ตอบมาเป็นส่วนในการให้คะแนน
8. พยายามตรวจข้อใดข้อหนึ่งให้เสร็จรวดเร็ว ไม่ควรหยุดพักจนกว่าจะตรวจข้อนั้นเสร็จแล้ว
9. พยายามเขียนข้อเสนอแนะและแก้ไขความผิดในกระดาษคำตอบ เพื่อให้ผู้ตอบรู้ว่าตนบกพร่องตรงไหน

ในการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตตามทฤษฎีของ แวน ฮีลี ใช้แบบทดสอบอัตนัยแบบกำหนดขอบเขตของคำตอบ ข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ สาระที่ 3 เรขาคณิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับการวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยการให้คะแนนวิธีวิเคราะห์ย่อย (Analytic Scoring)

คุณภาพเครื่องมือ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอความคิดเกี่ยวกับคุณภาพเครื่องมือไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2544 : 81) เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกันดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าเกณฑ์ ในด้านระดับความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับ เครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก กัททิษธานี (2551 : 193) กล่าวถึงการประเมินคุณภาพแบบทดสอบว่า หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดีก็ควรนำไปใช้ และถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551 : 134) กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้ และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง ในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนกและความเป็นปรนัย เครื่องวัดผลบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพให้ครบทั้ง 5 ประการ แต่บางชนิดอาจตรวจสอบเพียงบางประการแล้วแต่ลักษณะเครื่องมือ

ไพศาล วรคำ (2554 : 254) กล่าวว่า คุณภาพเครื่องมือ หมายถึงคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

จากแนวความคิดข้างต้นสรุปได้ว่า คุณภาพของเครื่องมือจะเชื่อถือได้ จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพรายข้อด้านความยาก

ความเที่ยงตรง (Validity)

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าผลการวัด ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้นเพียงนั้น

ความเที่ยงตรงจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบวัดความเที่ยงตรงจำแนกตามลักษณะ หรือจุดประสงค์ของการวัด ได้ 3 ประเภทใหญ่ๆดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
2. ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – Related Validity)
3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการ วัดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา จำแนกได้ 2 ชนิด

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นความเที่ยงตรงที่เหมาะสมกับแบบวัดด้านความรู้สึก (Affective Domain) ก่อนสร้างข้อสอบ จะต้องนิยามสิ่งที่จะวัดให้ชัดเจนก่อน หลังจากนั้นจึงจะสร้างข้อสอบหรือข้อความแต่ละข้อว่าสร้างตรงตามที่นิยามไว้หรือไม่ ถ้าสร้างได้ตรงตามที่นิยามไว้ ก็แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาทางด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

2. ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – Related Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการจำแนกได้ 2 ชนิด คือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความเที่ยงตรงที่เอาผลการวัดของแบบที่ทดสอบที่สร้างขึ้น ไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 251) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับคะแนนเกณฑ์ จากเครื่องมืออื่นที่สามารถใช้บ่งบอกสถานภาพปัจจุบันของลักษณะที่มุ่งวัดนั้นได้ เครื่องมือทั้งสองทำการวัดในเวลาเดียวกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทางบวกที่สูง แสดงถึงคะแนนจากแบบทดสอบ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสถานภาพของลักษณะที่มุ่งวัดนั้น

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความเที่ยงที่ได้อามาจากการเอาผลการวัดของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปกำหนดหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต เพื่อที่จะเอาผลการสอบไปพยากรณ์ผลความสำเร็จในอนาคต (ลิวน สายยศ ; และอังคณาสายยศ. 2543 ข: 257) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ กับคะแนนจากเกณฑ์ จากเครื่องมือที่สามารถบ่งบอกผลสำเร็จของลักษณะที่มุ่งวัดในอนาคตเนื่องจากเครื่องมือทั้งสองทำการวัดในเวลาต่างกัน โดยแบบทดสอบที่สร้างทำการวัด ในปัจจุบัน แต่อีกเครื่องมือหนึ่งต้องช่วงเวลาทำการวัดในเวลาต่อมา เพื่อให้ได้คะแนนเกณฑ์อนาคต

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง การมองข้อคำถามของแบบวัด โครงสร้างหรือแนวคิดทฤษฎีได้จากผลการตอบข้อคำถามของแบบวัดนั้น ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างพิจารณาผลการตอบว่าเป็นไปตาม โครงสร้างที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามของแบบวัดฉบับนั้นกับฉบับอื่นที่พิสูจน์มาแล้ว ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มี 4 แบบ ดังนี้

3.1 วิธีหาสหสัมพันธ์

3.2 การวิเคราะห์หลายคุณลักษณะหลายวิธี (Multitrait – Multimethod: MTMM)

3.3 วิธีเปรียบเทียบกลุ่มรู้จัก (Known Groups Technique)

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

ไพศาล วรคำ (2554 : 262-263) กล่าวว่า นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมา คำนวณหาดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณได้จากความสอดคล้องระหว่าง ประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น ดัชนีนี้เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยแปลระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น + 1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

และหาดัชนีความสอดคล้องได้จาก

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง แบบทดสอบกับจุดประสงค์ การเรียนรู้

R แทน เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ประเมินในแต่ละข้อ

N แทน เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการหาความเที่ยงตรงโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) (ไพศาล วรคำ. 2554 : 262-263)

ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

ไพศาล วรคำ (2554 : 292-294) กล่าวว่า คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถ แยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น แบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจ จำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เทคนิคการหาค่าอำนาจจำแนกมีหลาย วิธีตามลักษณะของเครื่องมือดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธีดังนี้

1.1 เทคนิคร้อยละ 50

1.2 เทคนิคร้อยละ 27

1.3 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้

2.1 การหาอำนาจจำแนกของเบรนนาน(Brennan's Index:B-Index)

2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index:S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย

ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีเย่และซาเบอร์ส(Whitney&Sabers)

พิชิต ฤทธิงกูญ (2551 : 138) กล่าวว่า ความยากและอำนาจจำแนกดังนี้

ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบผิดบ้างถูกบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีมีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้เข้าสอบ 100 คนค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 225)กล่าวว่า ความยากและอำนาจจำแนกดังนี้

ความยาก (Difficulty) หรือระดับความยากของข้อสอบ (Level of Difficulty of the Items) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คน ปรากฏว่าตอบถูก 30 คน แสดงว่าข้อสอบข้อนี้มีระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0-1.0 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก p จะมีค่าสูง (ต้องเข้าใจ 1) แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย p จะมีค่าต่ำ (เข้าใจ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบามีค่า p ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50

อำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ ส่วนคนที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อ

นั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าเป็นบวก ควร มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

เกณฑ์การแปลความหมาย ของค่าความยาก และอำนาจจำแนก เป็นดังนี้
ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก(D)	ความหมาย
0.80-1.00	ง่ายมาก	0.60-1.00	ดีมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40-0.59	ดี
0.40-0.59	ปานกลาง	0.20-0.39	พอใช้
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก	0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำควรปรับปรุง
0.00-0.19	ยากมาก	0.00-0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

สรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ คุณสมบัติของข้อสอบ ที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตาม ความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน รอบรู้ไม่รอบรู้โดยยึดหลักการที่ว่าคนเก่ง ย่อม ตอบข้อสอบนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออก จากกันได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

1. แบบอิงเกณฑ์

2. แบบอิงกลุ่ม

ประเภทของการวิเคราะห์ข้อสอบแบบรายข้อ

- ข้อสอบแบบเลือกตอบ
- ข้อสอบแบบอัตนัย

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย

ถึงวล เทียนทัศน์เทศน์ (2525 : 152) ได้กล่าวเกี่ยวกับเกณฑ์การหาค่าอำนาจจำแนกว่า ค่าอำนาจจำแนก D ถ้าค่า D เข้าใกล้ +1 หมายถึง การเรียนการสอนบรรลุตามเป้าหมาย คือ ก่อน เรียนผู้ถูกทดสอบ ไม่มีความรู้ หลังจากเรียนแล้วปรากฏว่ามีความรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าค่า D เข้าใกล้ -1 หมายถึง ก่อนเรียนผู้ถูกทดสอบมีความรู้ หลังเรียนแล้วปรากฏว่าผู้ถูกทดสอบไม่มีความรู้ เลย กลุ่มผู้ถูกทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มเก่ง (กลุ่มสูง) และกลุ่มอ่อน (กลุ่มต่ำ) โดยใช้เทคนิค 27% ของจำนวนผู้ถูกทดสอบที่เข้าสอบ โดยใช้สูตรของวิชนีและซาเบอร์ส

ความเชื่อมั่น (Reliability)

ไพศาล วรคำ (2554 : 272-282) ให้ความหมายของความเชื่อมั่น ว่าหมายถึงความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายๆครั้งๆ การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือเป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลายๆครั้งแต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาหลายวิธี ภายใต้นแนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะวัดความคงที่ของผลการวัดหลายๆครั้ง
2. การวัดความสมมูลกัน เป็นการวัดด้วยแบบวัดที่เป็นคู่ขนานกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543 : 209) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นว่า หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้งในแบบทดสอบชุดเดิมการตรวจสอบหรือหาความเชื่อมั่น มีวิธีการอยู่หลายวิธีแต่ละวิธีก็เหมาะสมกับเครื่องมือแต่ละชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องมือและคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาการหาค่าความเชื่อมั่นแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

1. แบบสอบซ้ำ (Test-retest Method) เป็นการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ไปสอบวัดกับคนกลุ่มเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกัน ได้คะแนนมาสองชุด นำคะแนนทั้งสองชุดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้าเป็นคะแนนดิบก็ใช้วิธีของเพียร์สัน ถ้าเป็นคะแนนในรูปอื่นก็หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีอื่น ถ้าได้ค่าสัมประสิทธิ์สูงก็แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความเชื่อมั่นสูงการหาค่าความเชื่อมั่นแบบนี้เป็นการวัดความคงที่ภายนอก (Stability) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้อาจเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient Stability)

2. แบบใช้เครื่องมือวัดที่มีลักษณะเท่าเทียมกันหรือคู่ขนาน (Equivalent form or Parallel form Method) เป็นการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมืออีกฉบับหนึ่งที่มีคุณภาพเหมือนกันทุกประการคือ เนื้อหา รูปแบบคำถาม จำนวนข้อ ความยากง่ายเหมือนกัน และมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากันทั้งสองฉบับ ไปสอบวัดกับกลุ่มทดลองเครื่องมือเดียวกัน ได้คะแนนสองชุด นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของเพียร์สัน (ถ้าเป็นคะแนนดิบ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalent)

3. แบบแบ่งครึ่ง (Split-half Method) เป็นการนำเครื่องมือที่ต้องการหาความเชื่อมั่นไปสอบวัดกับกลุ่มทดลองด้วยเครื่องมือชุดเดียวกัน แล้วนำเครื่องมือชิ้นนั้นพร้อมคำตอบมาแบ่งครึ่งเป็นสองฉบับ ส่วนมากแบ่งครึ่งมักจะเป็นข้อคู่ ข้อคี่ ซึ่งแบ่งแล้วจะได้ข้อสอบสองฉบับซึ่งมีจำนวนข้อเท่ากัน ตรวจให้คะแนนข้อคู่ครึ่งหนึ่งและข้อคี่อีกครึ่งหนึ่ง ได้คะแนนสองชุด สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะได้

คะแนนสองตัวนำคะแนนทั้งสองชุดนั้นมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของเพียร์สัน ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะมีความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่เพียงครั้งฉบับ ซึ่งต้องปรับค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์ (Spearman-Brown)

4. แบบของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นที่นิยมมาก เพราะมีข้อดีตรงที่ว่าสอบครั้งเดียวกับกลุ่มตัวอย่างทดลองเครื่องมือกลุ่มเดียวแล้วหาความเชื่อมั่นได้ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีนี้คือ เครื่องมือชุดนั้นต้องวัดลักษณะเดียวกันร่วมกันและการให้คะแนนที่เป็น Dichotomous คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน การหาความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นการหาความคงตัวภายใน (Internal Consistency)

5. แบบของครอนบัท (Cronbach) ในกรณีที่เครื่องมือที่สร้างให้คะแนนแบบจัดอันดับหรือมาตราส่วนประมาณค่า เช่น ข้อสอบอัตนัย แบบสอบถาม มาตรวัดทัศนคติต่างๆ ครอนบัท เสนอแนะให้ใช้การหาค่าความเชื่อมั่น โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)

6. แบบวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งเป็นวิธีที่ฮอยท์ (Hoyt) เป็นผู้คิดขึ้น เป็นวิธีใช้กับเครื่องมือที่ระบุนการให้คะแนนไม่เป็น Dichotomous เช่น สัมภาษณ์ ซึ่งมีผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคน

เบอร์รี สตอกก์ และคนอื่นๆ (Burry-Stock & others. 1996 : 118) ได้ศึกษาคัดชั้นความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Agreement Index : RAI) ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Reliability) ได้ผลดังนี้

ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Interrater Agreement) การลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนถูกอ้างอิงถึงระดับการตัดสินใจในการให้คะแนนพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา เป็นความแตกต่างทางความคิดตามวิธีการทางการวัดทางจิตวิทยาเรื่องความเชื่อมั่นในการคิดความเข้าใจของการลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน เป็นความจำทางการวัดผลทางจิตวิทยาที่นำข้อมูลเป็นรายบุคคลและคะแนนรวมในวิชาต่างๆ ที่มีจุดมุ่งหมายกำหนดไว้ตามวิธีการของการแสดงความคิดเห็นของผู้ตรวจให้คะแนน มีความตั้งใจในการนำมาใช้กับผู้ฝึกหัด หรือนักศึกษา หรือนักจิตวิทยานักวัดผลและนักวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัท (Cronbach)

แบบสัมภาษณ์ (Interview)

การสัมภาษณ์ คือ การสนทนาหรือการพูดโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความรู้ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่สำคัญวิธีหนึ่งในการรวบรวมข้อมูล เพราะการสัมภาษณ์นอกจากจะทำให้ผู้สัมภาษณ์ ได้ข้อมูลที่ต้องการแล้วยังช่วยให้

ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผู้ในสัมภาษณ์ในด้านบุคลิกภาพอีก และที่สำคัญทำให้ทราบความเข้าใจในการเรียนของนักเรียนอย่างแท้จริง

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

นิภา เมธาวีชัย (2543 : 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคล โดยการสนทนา ซักถาม โต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์คือการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โครงสร้างการเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

วัฒนา พัทธราวนิช (2540 : 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็ก เป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริง โดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

คณะศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2547 : 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิดหรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะจะทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึกเกี่ยวกับ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสนทนา พูดคุย ซักถาม เพื่อวิเคราะห์เหตุผล และแนวคิดในการทำแบบทดสอบซึ่งสนทนาสนทนา ดังกล่าวนอกจากการใช้คำพูดแล้วยังต้องใช้ตาและหูเพื่อดูและฟังประกอบการพิจารณาเพื่อหาข้อเท็จจริงอีกด้วย ซึ่งในการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผนการสัมภาษณ์ก่อนการสัมภาษณ์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถาม เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกหรือแม้กระทั่งสิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

ประเภทของแบบสัมภาษณ์

ไพศาล วรคำ (2554 : 253-254) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สัมภาษณ์ การสัมภาษณ์มี 2 ประเภท คือ

1. แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์

2. แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือ แนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

บุญชม ศรีสะอาด (2545:78-80) กล่าวว่า การสัมภาษณ์อาจแบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547 : 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

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

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured form) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-directive interview) การสัมภาษณ์วิธีนี้เป็นแบบไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการคัด

แปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ กำนินิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้ว จึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้นๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อ โครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ควรกรอกไว้ล่วงหน้า
2. ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้การสัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ
3. ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อคำถาม และที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์

หลักในการสัมภาษณ์

เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้ดี ด้ข้อมูลที่ต้องการที่ถูกต้องเที่ยงตรง ควรมีหลักดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

1.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด

1.2 ทำการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปสัมภาษณ์

กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยังฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไร่หลวงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์ร่วมกันที่วัด หรือไปสัมภาษณ์ตาม

บ้านของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจน จะได้ไม่สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน

ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้ว และจะพบปะพูดคุยกันตามโอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อ 1.2

1.3 กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า

1.4 ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้า ให้คล่องแคล่วไม่ประหม่าหรือเก้อเขิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้ดำเนินการสัมภาษณ์ไปได้ อย่างราบรื่น

2. การเริ่มต้น

2.1 ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ

2.2 สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้สัมภาษณ์จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

3. การดำเนินการสัมภาษณ์

3.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส

3.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่แปลได้หลายทาง เหมาะสำหรับระดับผู้ให้สัมภาษณ์

3.3 ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที

3.4 สัมภาษณ์ทีละคำถาม

3.5 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์

3.6 ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ก็ตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายคำถามให้เข้าใจ

3.7 การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว

3.8 ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

3.9 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

3.10 ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือพูดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

3.11 กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังจากสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี

สัมภาษณ์ที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกิริยามารยาทสุภาพ เรียบร้อย นุ่มนวล แจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศการสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โน้มน้าวให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมืออย่างจริงใจ

2. มีมนุษยสัมพันธ์ ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

3. มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรรับรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

4. เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการตัดสินใจ และนำมาประกอบการแปลความหมายข้อมูล

5. มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการบิดเบือนแปลความ ตีความหรือสรุป ชัดแย้ง ไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

6. มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้ มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ตรง

7. มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไปสัมภาษณ์คนที่ไม่รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นาน ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีกิริยาอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์ การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดีของการสัมภาษณ์

1. เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ไม่ออกเขียนไม่ได้ หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน
2. สามารถปรับคำถามให้ชัดเจนขึ้นได้ ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจก็เปลี่ยนคำถามให้เกิดความเข้าใจได้
3. ผู้ให้สัมภาษณ์จะให้ความร่วมมือมากกว่าวิธีส่งแบบสอบถามไปให้ตอบ
4. ระหว่างการสัมภาษณ์สามารถสังเกตความจริงใจในการตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์จากกิริยา ท่าทางได้
5. ระหว่างการสัมภาษณ์ ตรวจสอบคำตอบได้และสามารถหาข้อมูลได้ลึกขึ้นเมื่อเกิดข้อสงสัยในคำตอบ

ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

1. ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาก การสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาในการเดินทางไปกลับ ในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายสูง
2. ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตนด้วยความจงใจ
3. คุณภาพข้อมูลที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

การสร้างแบบสัมภาษณ์

การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่นๆ เพราะ มักเป็นคำถามกว้างๆ ให้ผู้ตอบ ตอบ โดยอิสระและ ได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล
2. สร้างคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล โดยยึดหลัก

ดังนี้

- 2.1 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชี้แนะให้เกิดคำตอบที่ต้องการ
- 2.2 ไม่ใช้คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบข้อมูล
- 2.3 ไม่ใช้คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม

ทำให้ไม่ได้รับความจริง

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบคำถาม ไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลอง ใช้กับผู้ที่มีลักษณะใกล้เคียง

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

1. ความตรง: ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ
 - 1.1 ความครบถ้วนของคำถาม
 - 1.2 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม
2. ความเที่ยง: เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

1. ความหมายของกฎเกณฑ์การให้คะแนน

เสาวนีย์ เกียรติ (2540 : 159) กล่าวว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ที่จะใช้พิจารณางานหนึ่งๆ และคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นประเมิน ซึ่งอาจเรียงลำดับตั้งแต่ดีเลิศ ไปจนถึงต้องปรับปรุง หรือให้เป็นระดับตัวเลขตั้งแต่มากที่สุด (เช่น 4) ไปจนถึงน้อยสุด (เช่น 0) ประเด็นประเมินอาจกำหนดเพิ่มเติมได้หลายข้อ คำอธิบายระดับคุณภาพควรอธิบายให้ชัดเจนที่ระดับที่สุด เป็นคำอธิบายที่สามารถบอกได้ว่า ทำไม่ต้องดีเลิศ ดี ปรับปรุง

บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2544 : 90) ให้ความหมายของกฎเกณฑ์การให้คะแนนว่าเป็นชุดของแนวทางในการให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สำหรับใช้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน แนวทางในการให้คะแนนนั้น อาจทำในรูปของมาตราประเมินค่าหรือแบบตรวจสอบรายการจากการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

หมายถึง แนวทางที่กำหนดขึ้นเพื่อชี้บอกระดับของพฤติกรรม คุณภาพกระบวนการทำงานและ ผลลัพธ์หรือสิ่งที่ต้องการ ซึ่งได้มาจากการพิจารณาผลของผู้ตรวจให้คะแนนทำให้เกิดความเข้าใจ ตรงกัน กฎเกณฑ์การให้คะแนนมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้เป้าหมายการแสดงผลของนักเรียนชัดเจนขึ้น นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์หรือสมรรถภาพที่สำคัญของมาตรฐานการศึกษา

การสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมีขั้นตอนในการดำเนินการ 7 ขั้นตอน (โครงการพัฒนา ทรัพยากรมนุษย์. ม.ป.ป.) ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

วิเคราะห์ผลการเรียนของนักเรียนในแต่ละจุดประสงค์ หรือแต่ละหัวข้อเรื่อง(Theme) เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนแล้วจะเกิดผลการเรียนรู้อะไรบ้าง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่จำเป็นจะต้องมีครบทุกประเภท ทุกครั้งที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนบางครั้งในการวางแผนการสอน ครูคาดหวังในผลการเรียนรู้ของนักเรียนเพียงกระบวนการอย่างเดียว บางครั้งครูคาดหวังทั้งกระบวนการและผลงาน

ตัวอย่าง

การพูดอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ ในชีวิตประจำวันผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ครูคาดหวัง

1. การวางแผนการจัดอภิปราย
2. การกำหนดเค้าโครงและรูปแบบการอภิปราย
3. การพูดอภิปรายที่ดี

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นที่จะต้องประเมิน

กำหนดประเด็นที่ต้องการประเมิน อาจให้นักเรียนร่วมกันเสนอความคิดในการกำหนด ประเด็นประเมินผลการเรียนรู้แต่ละอย่างของเขาเอง เช่น ครูกำหนดว่า ถ้าเราจะคุณคิดจะดูอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนช่วยกันเสนอประเด็นที่จะดูคุณคิด ซึ่งมีประเด็นมากมายเป็นของตนเอง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากในการวางแผนการสอน ครูผู้สอนได้มีการคาดหวังความสำเร็จจากการเรียนของนักเรียน เอาไว้ล่วงหน้าแล้ว จึงควรกำหนดรายการประเมินที่สำคัญๆ ของความสำเร็จจากการเรียนแต่ละด้าน เอาไว้ล่วงหน้าด้วย เพื่อจะได้แจ้งให้นักเรียนทราบและเพื่อการตรวจสอบผลงานของนักเรียนเอง

ตัวอย่าง ประเมินการอภิปราย / รายการประเมิน

1. การแสดงความคิดเห็น
2. เนื้อหาสาระ
3. การกำหนดประเด็นอภิปราย

4. การใช้ถ้อยคำ

5. การรักษามวล

ขั้นที่ 3 การคัดเลือกประเด็นประเมินที่สำคัญ

การกำหนดประเด็นที่จะต้องประเมิน เราจะพบว่า ในผลการเรียนรู้หนึ่งอย่างจะมีประเด็นที่ต้องการประเมินมาก โดยเฉพาะถ้าเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอประเด็นประเมินด้วยแล้ว จะมีมุมมองในการประเมินที่หลากหลาย หรือรวมประเด็นที่สำคัญ ๆ

ขั้นที่ 4 เลือกรูปแบบในการสร้างเกณฑ์

การประเมินการสร้างเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อพิจารณาตัดสินให้คะแนน (Scoring Rubric) มีรูปแบบในการสร้าง 2 แบบ

รูปแบบที่ 1 การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring Rubric)

การสร้างเกณฑ์การประเมินแบบองค์ประกอบ หมายถึง การให้คะแนนผลการเรียนรู้ โดยรวมทุกประเด็นที่กำหนดเพื่อการประเมิน แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของผลการเรียนรู้แต่ละระดับ

ตัวอย่าง รูปแบบการให้คะแนนเป็นภาพรวม

ประเมิน ความสามารถในการอ่านจับใจความสำคัญ / ประเด็นประเมิน

1. การตอบคำถามจากเรื่องที่อ่าน
2. การบอกความสำคัญของเรื่องที่อ่าน
3. การมีข้อคิดจากเรื่องที่อ่าน
4. การเสนอความคิดเห็นจากเรื่องที่อ่าน

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
ระดับ 3	หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านถูกต้อง บอกเนื้อหาสาระถูกต้อง ได้ใจความต่อเนื่อง บอกข้อคิดได้ตรงประเด็นสมบูรณ์ เสนอแนะ ความคิดเห็นด้วยเหตุผลและประโยชน์
ระดับ 2	หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านผิดไม่เกิน 3 ข้อ จาก 5 ข้อ บอกเนื้อหาสาระได้ถูกต้อง แต่กวน บอกข้อคิดได้ตรงประเด็น แต่ไม่ต่อเนื่อง เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผล
ระดับ 1	หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านผิดมากกว่า 3 ข้อ ใน 5 ข้อ บอกเนื้อหาสาระได้บ้าง บอกข้อคิดได้บ้าง แต่กวน เสนอความคิดเห็นแต่ไม่แสดงเหตุผล

รูปแบบที่ 2 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Rubric)

การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ หมายถึง การให้คะแนน โดยการแยกองค์ประกอบของสิ่งที่จะประเมิน เพื่อให้มองเห็นคุณภาพของงาน หรือความสามารถของนักเรียน ได้อย่างชัดเจน ผลการประเมินจะบ่งบอกถึงจุดเด่น จุดด้อยของแต่ละประเด็น ได้ชัดเจน การสร้างเกณฑ์การประเมินในรูปแบบนี้จะต้องเขียนคำอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบ และแต่ละระดับขององค์ประกอบให้ชัดเจน

ตัวอย่าง รูปแบบการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ

ประเมิน ความสามารถในการอ่านจับใจความสำคัญประเด็นประเมิน

1. การตอบคำถามจากเรื่องที่อ่าน
2. การบอกความสำคัญของเรื่องที่อ่าน
3. การมีข้อคิดจากเรื่องที่อ่าน
4. การเสนอความคิดเห็นจากเรื่องที่อ่าน

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ

ประเด็นประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1. การตอบคำถามจากเรื่องที่อ่าน	- ตอบคำถามถูกต้องทุกข้อ	- ตอบคำถามผิดไม่เกิน 3 ข้อ จาก 5 ข้อ	- ตอบคำถามผิดมากกว่า 3 ข้อ จาก 5 ข้อ
2. การบอกความสำคัญของเรื่องที่อ่าน	- บอกเนื้อหาสาระถูกต้องได้ใจความต่อเนื่อง	- บอกเนื้อหาสาระถูกต้อง แต่วกวน	- บอกเนื้อหาสาระได้บ้าง
3. การบอกข้อคิดจากเรื่องที่อ่าน	- บอกข้อคิดได้ตรงประเด็นสมบูรณ์	- บอกข้อคิดได้ตรงประเด็นแต่ไม่ต่อเนื่อง	- บอกข้อคิดได้บ้างแต่วกวน
4. การเสนอความคิดเห็นจากเรื่องที่อ่าน	- เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผลและประโยชน์	- เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผล แต่มีประโยชน์น้อย	- เสนอความคิดเห็นแต่ไม่แสดงเหตุผล

ขั้นที่ 5 กำหนดค่าระดับคุณภาพในการประเมิน

ค่าระดับคุณภาพ คือ ตัวเลขที่บ่งบอกถึงคะแนนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งผู้สอนเป็นผู้กำหนด หรืออาจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดค่าระดับคุณภาพก็ได้ ตัวเลขค่าระดับคุณภาพอาจจะมีระดับ 0-1-2-3 หรือ 0-1-2-3-4 หรือ 0-10-15-20 ในกรณีกำหนดค่าระดับต่ำสุดที่เลข 0 นั้นหมายถึง นักเรียน ไม่มีผลการเรียนรู้ หรือ ไม่มีผลงานเข้ารับการประเมินหรือไม่ดำเนินการประเมินตามรายการนั้น และกำหนดค่าระดับจาก 0-10 แสดงว่าผู้กำหนดค่าระดับคุณภาพ พิจารณาแล้วเห็นว่าคุณภาพของงานหรือสิ่งที่จะประเมินควรมีคะแนนสูงสุด คือ 10 เช่น การกำหนดค่าระดับในการประเมินการแข่งขันทักษะทางวิชาชีพ ระดับเขตการศึกษา ผู้แข่งขันเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจากจังหวัดมาแล้ว ถือว่าเคยผลิตผลงานที่มีคุณภาพมาก่อน

ขั้นที่ 6 บรรยายคุณภาพการประเมินแต่ละระดับ

เมื่อได้เลือกรูปแบบในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดค่าตัวเลขระดับแล้ว จะต้องเขียนคำอธิบายขอบข่ายการพิจารณาตัดสินให้คะแนนแต่ละระดับคุณภาพให้ชัดเจน ผลงานหรือกระบวนการ

ตารางที่ 5 คำอธิบายคุณภาพ “การพูดอภิปราย”

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและแสดงเหตุผลอย่างเหมาะสม มีการยกตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปรายการออกเสียงถูกต้องชัดเจน มีมารยาทในการพูด และรักษาเวลาได้
3 ดี	หมายถึง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริง และแสดงเหตุผลอย่างเหมาะสม แต่ขาดตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปรายส่วนการออกเสียงถูกต้องชัดเจน มีมารยาทในการพูดและรักษาเวลาได้ดี
2 ใช้ได้	หมายถึง ไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นแต่ขาดการยกตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปราย การออกเสียงไม่ถูกต้องชัดเจน แต่ไม่รักษาเวลาและมารยาทในการพูด
1 ใช้ไม่ได้	หมายถึง มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น แต่ขาดการยกตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปราย การออกเสียงไม่ถูกต้องชัดเจน ขาดการรักษาเวลาและมารยาทในการพูด
0	หมายถึง ไม่มีการอภิปราย

ขั้นที่ 7 กำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพ

การประเมินผลงานหรือชิ้นงานเรามักจะได้ยินคำพูดเชิงการบ่งบอกถึงการจัดระดับคุณภาพ (เกรด) ของผลงาน เช่นพูดว่า ผลงานชิ้นนั้นดีมาก ชิ้นนั้นดี ชิ้นนั้นดีพอใช้แต่ไม่ได้บอกว่าคะแนนระหว่างเท่าไรถึงเท่าไรที่แสดงว่าผลงานดีมาก การกำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพเป็นการกำหนดช่วงคะแนนจากการประเมินผลการเรียนรู้

ตารางที่ 6 การกำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 12	ดี
5 – 8	พอใช้
1 - 4	ควรปรับปรุง

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2540 : 68) ได้เสนอลำดับขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) ไว้ดังนี้

1. กำหนดขั้นตอนหรือลักษณะเด่นของผลงานที่คาดหวังไว้ตามจุดมุ่งหมาย
2. จัดหัวข้อรายการที่มีความสำคัญ และแสดงออกถึงการบรรลุจุดมุ่งหมายไว้อย่างชัดเจน
3. คัดเลือกเฉพาะรายการที่สามารถสังเกตได้หรือประเมินตัดสินได้
4. นำรายการที่เลือกไว้มากำหนดเป็นกระงะงในการประเมิน โดยขยายให้ชัดเจนมากขึ้นในลักษณะของพฤติกรรมที่สังเกตได้ หรือคุณลักษณะเด่นชัดที่ของผลงาน
5. สร้างเกณฑ์การประเมินในลักษณะของมาตรจัดอันดับคุณภาพ ที่ประกอบด้วยเกณฑ์การประเมินผลงานในแต่ละทักษะย่อย
6. นำเกณฑ์การประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิธีของโรวินลลี และเฮมเบิร์ตตัน
7. เลือกตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่ไม่ได้เลือกเป็นผลงานดีเด่นมาที่ทักษะละ 1 ผลงานนำไปให้ผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 คน ทดลองใช้เกณฑ์การประเมินผลงานประเมินให้คะแนนผลงานจนครบทุกทักษะ
8. หาคความสอดคล้องของการให้คะแนน โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย t-test

กึ่งกาญจน์ สิริสุคนธ์ (2550 : 2) กล่าวว่า RUBRIC เป็นเครื่องมือให้คะแนนชนิดหนึ่งใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน RUBRIC ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินการปฏิบัติหรือผลผลิตของนักเรียน และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน เกณฑ์จะบอกผู้สอนหรือผู้ประเมินว่าการปฏิบัติงานหรือผลงานนั้นๆจะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง ระดับคุณภาพหรือระดับคะแนนจะบอกว่า การปฏิบัติหรือผลงานที่สมควรจะ ได้รับคุณภาพหรือระดับคะแนนนั้นๆของเกณฑ์ของเกณฑ์แต่ละตัวมีลักษณะอย่างไร RUBRIC จึงเป็นเหมือนการกำหนดลักษณะเฉพาะ (Specification) ของ

การปฏิบัติหรือผลงานนั้นๆ ในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ หรือทั้งสองประการรวมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการประเมิน การใช้รูบริกมีประโยชน์สำหรับครูและนักเรียนหลายประการ ดังนี้

1. รูบริกเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากทั้งในการเรียนและการสอนการประเมินช่วยปรับปรุงพัฒนาการปฏิบัติหรือการแสดงผลของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยควบคุมการปฏิบัติ นั้นๆด้วย โดยครูต้องกำหนดความต้องการหรือความคาดหวังในผลงานของนักเรียนอย่างชัดเจน และแสดงให้นักเรียนทราบว่าทำให้ถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร ซึ่งมีปรากฏในผลงานและการเรียนรู้ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างเห็นชัดเจน

2. รูบริกช่วยให้นักเรียนตัดสินใจตัดสินคุณภาพผลงานของตนเองและของคนอื่น ๆ อย่างมีเหตุผล เมื่อรูบริกเป็นแนวทางการประเมินนักเรียนจะสามารถชี้แนะและแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลงานของตนเองและผู้อื่น ได้ตรงจุด

3. รูบริกช่วยลดเวลาครูในการประเมินงานของนักเรียนผลงานที่ผ่านการประเมิน โดยเจ้าของผลงานเองและโดยกลุ่มซึ่งยึดเกณฑ์หรือรูบริกเป็นหลักนั้น ทำให้ข้อบกพร่องมีน้อยมากเมื่อมาถึงมือครู หากมีสิ่งใดต้องปรับปรุงบอกกล่าวกัน ครูก็เพียงแต่แจ้งประเด็นนั้นในรูบริก นอกจากนี้รูบริกยังช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนมากขึ้น เกี่ยวกับจุดเด่นและสิ่งที่ต้องปรับปรุง

4. รูบริกมีความยืดหยุ่น คือ มีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีเยี่ยมจนถึงต้องปรับปรุง ทำให้ครูนำไปใช้กับนักเรียนที่ความสามารถได้ คือ นำไปใช้กับนักเรียนที่เรียนเก่งเก่งจนถึงนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยใช้เกณฑ์สะท้อนผลงานของเขา

5. รูบริกใช้ง่ายและอธิบายได้ง่าย นักเรียนจะรู้ชัดเจนว่าเขาเรียนรู้อะไรบ้าง ในปลายปีเขาก็จะประเมิน ได้อย่างถูกต้อง ผู้ปกครองก็เกิดความกระตือรือร้น และรู้ชัดเจนว่าลูกหลานจะต้องทำอย่างไรเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

ชนิดของรูบริก

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

รูบริกแบบภาพรวม

Nitko (2001 : 159) กล่าวว่า รูบริกแบบภาพรวมจะเหมาะสมกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์การตอบสนอง และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน จุดเน้นของการรายงานคะแนนที่ใช้รูบริกแบบภาพรวมคือ คุณภาพ โดยรวม ความคล่องแคล่ว หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ เฉพาะและทักษะซึ่งเป็นการประเมินระดับมิติเดียว (Mertler, 2001 : 145) การใช้รูบริกแบบภาพรวมทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วกว่าการใช้รูบริกแบบแยกส่วน (Nitko, 2001 : 159) ดังนั้น ครูจึงต้องอ่านพิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียนโดยตลอด เพื่อให้รู้สึกรับรู้ถึงภาพรวมว่านักเรียนทำอะไรได้และยังใช้เป็นการประเมินสรุปได้ด้วย แต่นักเรียนจะได้รับทราบผลสะท้อนกลับน้อยมาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คะแนน	รายละเอียด
5	แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างสมบูรณ์ คำตอบประกอบด้วยทุกประเด็นที่ ต้องการ
4	แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วน คำตอบประกอบด้วย ประเด็นส่วนใหญ่ ใหญ่ที่ต้องการ
3	แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วน คำตอบประกอบด้วยประเด็นส่วนใหญ่ ใหญ่ที่ต้องการ
2	แสดงความเข้าใจปัญหาเพียงเล็กน้อย ประเด็นส่วนใหญ่ที่ต้องการไม่ปรากฏ
1	แสดงความไม่เข้าใจปัญหา
0	ไม่ตอบ / ไม่ทำงาน

รูบริกแบบแยกส่วน

นิยมใช้เมื่อต้องการเน้นชนิดหรือลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง (Nitko, 2001 : 159)

นั่นคือ ใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่ขอรับการตอบสนอง 1 หรือ 2 ลักษณะ และความคิดสร้างสรรค์
ไม่ได้เป็นแระเด่นสำคัญเกี่ยวกับการตอบสนองของนักเรียนนอกจากนี้ ผลลัพธ์ขั้นต้นจะมีคะแนน
หลายตัว ตามด้วยคะแนนรวมซึ่งใช้เป็นตัวแทนการประเมินหลายมิติ (Mertler, 2001:145) การใช้รูบริก
แบบแยกส่วนทำให้กระบวนการให้คะแนนซ้ำ เนื่องจากเป็นการประเมินหลายทักษะหรือหลาย
คุณลักษณะเป็นรายบุคคล ทำให้ครูต้องใช้เวลาตรวจผลงานหลายครั้ง การสร้างและการใช้รูบริก
แบบแยกส่วนจึงใช้เวลามาก ซึ่งมีกฎทั่วไปว่าผลงานของแต่ละคนต้องพิจารณาแยกแต่ละด้านในแต่ละ
ครั้งตามเกณฑ์การให้คะแนนดังนั้นการใช้รูบริกแบบแยกส่วนจึงได้ผลค่อนข้างสมบูรณ์ ผล
สะท้อนกลับของการปฏิบัติของตนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งถ้าใช้รูบริกแบบภาพรวมจะไม่ปรากฏ
รายละเอียดนี้ ครูที่ใช้รูบริกแบบแยกส่วนจึงสามารถที่จะสร้างเส้นภาพ(Profile) จุดเด่น – จุดด้อยของ
นักเรียนแต่ละคนได้ คั้งต้นแบบรูบริกแบบแยกส่วน

จากตัวอย่างรูบริกทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่า ระดับการปฏิบัติที่หลากหลายของนักเรียนสามารถ
บรรยายได้ทั้งในด้านปริมาณหรือคุณภาพ บางครั้งครูอาจต้องการใช้ด้านปริมาณและคุณภาพหา
รูบริกมี 4 ระดับ ทางด้านปริมาณก็มักใช้ 1 ถึง 4 ทางด้านคุณภาพก็มักใช้คำที่ยืดหยุ่นได้มาก คำที่ใช้
กันทั่วไปก็คือ เชี่ยวชาญ ชำนาญ ขึ้นฝึกหัด นั่นคือ ใช้คำอธิบายที่เหมาะสมกับงาน

ข้อยุ่งยากประการหนึ่งในการให้คะแนนงานของนักเรียน โดยใช้รูบริก คือ การแปลงเป็นเกรด
ไม่ควรคิดถึงรูบริกโดยนำไปเทียบกับคะแนนร้อยละ(Trice, 2000 : 134) เช่น ถ้ารูบริกมี 6 ระดับ
ระดับ 3 ไม่ควรถือว่าเท่ากับ 50% กระบวนการเปลี่ยนแปลงคะแนนรูบริกเป็นเกรดนั้นเป็น
กระบวนการทางตรรกะมากกว่ากระบวนการทางคณิตศาสตร์ Trice แนะนำว่า ระบบการใช้คะแนน

รูปรีดมักพิจารณาจากค่าเฉลี่ย คือ คะแนนอยู่ที่ค่าเฉลี่ยหรือสูงกว่าค่าเฉลี่ย (ซึ่งที่ค่าเฉลี่ยจะแปลงเป็นเกรด C) มากกว่าค่าเฉลี่ยถึงคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ถ้ารูปรีดประกอบด้วย 9 ลำดับชั้น การปรับเกรดและลำดับชั้น การปรับเกรดและลำดับชั้นจะเป็น ดังนั้น

เมื่อเปลี่ยนคะแนนรูปรีดกลับ ไปเป็นเกรด (โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา) หรือเปลี่ยนคะแนนรูปรีดเป็นการบรรยายภาพผลสะท้อนกลับ (ในระดับประถมศึกษา) แล้ว ต้องจำไว้ว่าแนวทางที่จะทำให้สำเร็จนั้นไม่ได้มีเพียงทางเดียว ครูจะต้องหาหรือจัดทำระบบของตนเองที่จะเปลี่ยนรูปรีดเป็นเกรดได้อย่างเหมาะสมลงตัว ตลอดจนระบบการรายงานผลการปฏิบัติของตนเอง

ขั้นตอนการออกแบบรูปรีดมี 7 ประการ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นการจับคู่แนวทางการให้คะแนนกับจุดประสงค์และการชี้แนะตามความเป็นจริง
- ขั้นที่ 2 อธิบายคุณลักษณะที่ต้องการสังเกตเป็นพิเศษซึ่งครูต้องการเห็น (และที่ไม่ต้องการเห็น)นักเรียนแสดงออกในผลผลิตกระบวนการหรือการปฏิบัติ นั่นคืออธิบายคุณลักษณะทักษะหรือพฤติกรรมที่ครูต้องการเห็น รวมทั้งข้อผิดพลาดทั่ว ๆ ไปที่ไม่ต้องการเกิด
- ขั้นที่ 3 หาวิธีการต่างๆที่จะอธิบายลักษณะการปฏิบัติที่สูงกว่าระดับค่าเฉลี่ย และต่ำกว่าระดับค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละคุณลักษณะที่สังเกตจากขั้นที่ 2
- ขั้นที่ 4 สำหรับรูปรีดแบบภาพรวม เขียนคำบรรยายลักษณะงานที่ดีและงานที่ไม่ดี โดยรวมทุกเกณฑ์เข้าด้วยกันเป็นข้อความเดียว สำหรับรูปรีดแบบแยกส่วน เขียนคำบรรยายลักษณะงานที่ดีและงาน ไม่ดี โดยแยกต่างหากแต่ละเกณฑ์
- ขั้นที่ 5 สำหรับแบบภาพรวม เขียนรายละเอียดการปฏิบัติที่อยู่ในระหว่างกลางของระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ย ระดับค่าเฉลี่ยและระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เพื่อให้รูปรีดสมบูรณ์สำหรับรูปรีดแบบแยกส่วน เขียนรายละเอียดสำหรับการปฏิบัติที่อยู่ในระหว่างกลางของทุกเกณฑ์
- ขั้นที่ 6 รวบรวมตัวอย่างผลงานของนักเรียน ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละระดับ ซึ่งจะช่วยให้คะแนนของครูในอนาคต
- ขั้นที่ 7 ทบทวนรูปรีดที่ทำแล้ว (ถ้าจำเป็น)

บริบทโรงเรียน

ข้อมูลทั่วไปของ โรงเรียนนาคุณประชาสรรค์ อำเภอนาคุณ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 มีพื้นที่ 30 ไร่ ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลตำบล

นาถุน ผู้อำนวยการ โรงเรียนชื่อ นายสุรเชษฐ์ ช่างถม ปัจจุบันเปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนห้องเรียน 31 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,400 คน รับสมัครนักเรียนโดยการสอบคัดเลือก เรียงคะแนนนักเรียนในการจัดชั้นเรียน สอบได้ลำดับที่ 1-45 อยู่ห้อง 1 ห้องอื่นก็เรียงลำดับ ไปเรื่อยๆ นักเรียนห้องละ 45คน กลุ่มนักเรียนในห้องจะเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความรู้หลายกลุ่มละความรู้กันทั้งกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อน

ภูมิหลังกลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกรณีศึกษาโดยใช้ระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเน้นการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ซึ่งพิจารณาจากการทำแบบทดสอบ และการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนตามกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ซึ่งจำแนกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) และความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) โดยในแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีรายละเอียดพฤติกรรมที่แสดงความเข้าใจในระดับต่างๆ

ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมายจาก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 1 จำนวน 6 คน กลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มอ่อน 3 คน โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการสร้างความรู้ ทั้งสองกลุ่มประกอบไปด้วยกลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มอ่อน เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการสร้างองค์ความรู้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบ โดยการพูดคุยกับนักเรียน การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การทำงาน การแสดงออกในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ปรัชญาครูผู้สอนและครูประจำชั้น ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานในด้านอุปนิสัยความสนใจ บุคลิกภาพและเจตคติที่มีต่อการเรียนของนักเรียน การวิจัยครั้งนี้ใช้นามสมมติของนักเรียนในการเขียนวิเคราะห์และพรรณนาพฤติกรรมของนักเรียน ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กลุ่มเก่งกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ยุทธ ตุล และกฤต

ยุทธ เป็นนักเรียนชาย คะแนนผลสอบ 28 คะแนน ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ชอบเรียนวิชาพลศึกษา จุดแข็งมีความคิดเป็นของตนเอง กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิดของตนเอง แต่จุดอ่อนไม่ชอบปฏิบัติตามความคิดของคนอื่น เป็นบุตรคนที่ 2 ของครอบครัวมีพี่ 1 คน อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

ตุล เป็นนักเรียนชาย คะแนนผลสอบ 26 คะแนน ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ชอบเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา จุดแข็งมีความคิดเป็นของตนเอง กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิดของ

ตนเอง แต่จุดอ่อนไม่กล้าแสดงออก เป็นบุตรคนที่ 1 ของครอบครัวมีน้อง 1 คน อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

กฤต เป็นนักเรียนชาย คะแนนผลสอบ 21 ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ชอบเรียนวิชาพลศึกษา จุดแข็งเป็นคนที่กล้าแสดงออกเป็นนักเรียนชอบกิจกรรม เป็นบุตรคนที่ 2 ของครอบครัว ในจำนวนพี่น้อง 3 คน อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

กลุ่มอ่อนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย พรรณ ชล และภัทร

พรรณ เป็นนักเรียนหญิง คะแนนผลสอบ 11 ไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชอบเรียนวิชาพลศึกษา จุดอ่อนไม่มีความคิดเป็นของตนเอง ไม่กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิดของตนเอง เป็นบุตรคนที่ 1 ของครอบครัว อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

ชล เป็นนักเรียนหญิง คะแนนผลสอบ 10 ไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชอบเรียนวิชาพลศึกษา จุดอ่อนไม่มีความคิดเป็นของตนเอง ไม่กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิดของตนเอง เป็นบุตรคนที่ 2 ของครอบครัวพี่น้อง 3 คน อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

ภัทร เป็นนักเรียนหญิง คะแนนผลสอบ 10 ไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชอบเรียนวิชาภาษาไทย จุดอ่อนไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิดของตนเอง เป็นบุตรคนที่ 2 ของครอบครัว อาชีพหลักของครอบครัวทำนา

การจัดการเรียนรู้

ปกติใช้การสอนโดยอีกรูปแบบการสอนของ สสวท. ดังตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้⁹ ในภาคผนวก การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ แบบนิรนัย (Deductive Method) กระบวนการที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี หลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ในบทเรียน จากนั้นจึงให้ตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง หรืออาจให้ผู้เรียนฝึกการนำทฤษฎีหลักการ หลักเกณฑ์ กฎหรือข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย หรืออาจเป็นหลักลักษณะให้ผู้เรียนหาหลักฐานเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยันทฤษฎี กฎหรือข้อสรุปเหล่านั้น การจัดการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ และมีความเข้าใจในกฎเกณฑ์ ทฤษฎี ข้อสรุปเหล่านั้นอย่างลึกซึ้ง การสอนแบบนี้อาจกล่าวได้ว่า เป็นการสอนจากทฤษฎีหรือกฎไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบนิรนัยมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุดังที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่จะนำเสนอควรจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ชั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น
3. ชั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นชั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป ที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้
4. ชั้นตรวจสอบและสรุป เป็นชั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอน หรือค้นคว้าจากตำราต่างๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง
5. ชั้นฝึกปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปพอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่หลากหลาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับความเข้าใจ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ในเรื่องต่างๆ ที่นักการศึกษาหลายๆท่าน ได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาระดับความเข้าใจ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

วัชรภรณ์ ปราณิธรรม (2549 : 80-81) การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนมีความเข้าใจในระดับการกระทำ (Action) และระดับกระบวนการ (Process) เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสอง มีกรณีที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) และสมบัติที่เกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหา แต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม้ว่านักเรียนจะมีการเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา แต่การเชื่อมโยงนั้นไม่เหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุให้นักเรียนไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาได้ การใช้เครื่องคิดเลขในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน พบว่า เครื่องคิดเลขกราฟิกใช้เป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมการใช้ความเข้าใจในทั้ง 2 ระดับ กล่าวคือ บทบาทการเป็นเครื่องมือแสดงความเข้าใจมโนคติในระดับการกระทำ (CART) และระดับกระบวนการ (CPRT) ในการใช้เครื่องคิดเลขในกระบวนการแก้ปัญหาจะให้ความสามารถและบทบาทของเครื่องคิดเลขในการเขียนกราฟและการหาค่าต่างๆ เกี่ยวกับกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

พวยกร แก้วดวงตา (2549 : 81-82) การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้นของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้นของนักเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก นักเรียนสร้างความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) โดยที่นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลจากตาราง หาค่าของฟังก์ชันทั้งในรูปตาราง กราฟและสมการได้ แล้วความเข้าใจระดับการจัดกระทำถูกพัฒนาเมื่อนักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยน (Interiorization) เพื่อพิจารณาหาข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการเกี่ยวกับความหมายของฟังก์ชันเชิงเส้น (Process) จากความเข้าใจระดับกระบวนการเกี่ยวกับความหมายของฟังก์ชันเชิงเส้นนักเรียนสร้างความเข้าใจระดับกระบวนการเกี่ยวกับความชัน สมบัติของความชัน ผลกระทบของพารามิเตอร์ m, c ต่อกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้น $y=mx+c$ ความชันของเส้นตรงที่ขนานกันและตั้งฉาก โดยเกิดจากการสร้างความสัมพันธ์ (Coordination) และการทำเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนแสดงให้เห็นความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) และระดับกระบวนการ (Process) เกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้น ในศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกในการเรียนการสอน นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกในการเรียนการสอนช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น คำนวณได้แม่นยำ สามารถเห็นรูปแบบนำเสนอ (Representation) แทนฟังก์ชันได้หลากหลายทำให้เรียนเรื่องฟังก์ชันได้เข้าใจมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเสนอด้วยกราฟ

นิติวุฒิ ศรีคลัง ไพธ (2549 : 83-84) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน: กรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลของนักเรียน โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน นักเรียนมีระดับความเข้าใจในขั้นการจัดกระทำ กล่าวคือ นักเรียนสามารถลงคู่อันดับบนกราฟ หาค่าของฟังก์ชันในรูปตาราง กราฟ และสมการได้ และนักเรียนมีความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยการพิจารณาหาข้อสรุป เป็นกรณีทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลจากความเข้าใจในระดับกระบวนการเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลนักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันลด ฟังก์ชันเพิ่ม โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน จุดตัดแกน Y กราฟไม่ตัดแกน X แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 ในกระบวนการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลพบว่านักเรียนได้สังเกตเปรียบเทียบและอภิปรายถึงความเหมือน ความแตกต่างของสมการและกราฟที่แสดงผล โดยเครื่องคิดเลขกราฟิกซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจจากระดับการจัดกระทำไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยผ่านกระบวนการปรับเปลี่ยน

กฤษณา ดวงพิลา (2550 : 74-75) ทำการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนนับของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยศึกษานักเรียนจำนวน 6 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการบวกและการลบในบริบทนอกห้องเรียนจำนวน 8 กิจกรรม

ซึ่งเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการบวกจำนวน 4 กิจกรรม และกิจกรรมเกี่ยวกับการลบจำนวน 4 กิจกรรม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ตามกรอบวิเคราะห์ระดับความเข้าใจ กรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้าใจเชิงโมโนติเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนนับของนักเรียนมีดังนี้ 1) นักเรียนมีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action) 2) นักเรียนมีความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process)

กาญจนา ฉลาดสัน (2550 : 103-104) ได้ศึกษากระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเชิงโมโนภาพของนักเรียนเรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol analysis) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบตามกรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006 : 86) ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถแปลความหมายจากข้อมูลโดยการสังเกตและนำความรู้เดิมมาใช้ 2) ระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบสะท้อนสิ่งที่สังเกตได้จากภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอ 3) ระดับโครงสร้าง (Structural) นักเรียนมีการสร้างความคิดรวบยอดเชิงโมโนภาพในระดับที่สูงขึ้น ความสนุกสนานและในการศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้โปรแกรม GSP ช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและเข้าใจโดยการเปรียบเทียบและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดความสนุกสนานเพราะเป็นภาพที่เคลื่อนไหวได้และมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น

จารินี อิ่มดวง (2550 : 81-82) การศึกษาระดับความเข้าใจเชิงโมโนติเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบของการวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกภาคสนาม บันทึกวีดิทัศน์และบันทึกเสียงของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol analysis) ทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน 6 คน ซึ่งคัดเลือกมาโดยผู้วิจัยและครูประจำชั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจในเชิงโมโนติในเรื่อง การบวกและลบเศษส่วนในระดับที่ 1 ระดับที่ 2 ระดับที่ 3 คือ ระดับที่ 1 ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing) กล่าวคือ นักเรียนสามารถบอกความรู้เกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน การเท่ากันของเศษส่วน การบวกและการลบจำนวนเต็มได้ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานในการที่จะสร้างโมโนติเกี่ยวกับการบวกและการลบเศษส่วน ระดับที่ 2 คือการสร้างโมโนภาพ (Image Making) กล่าวคือ นักเรียนสามารถแสดงการบวกและลบเศษส่วน โดยใช้สื่อที่เกี่ยวข้อง และแสดงผลลัพธ์ของการบวกโดยอาศัยสื่อรูปธรรม และระดับที่ 3 การมีโมโนภาพ (Image having) กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาผลบวกโดยอาศัยการเขียนรูปเพื่อแสดงวิธีการบวกเศษส่วนได้ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการจัดกระทำกับสื่อรูปธรรม

สมหวัง สุขทวี (2552 : 145-146) ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม GPS เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ในสาขารัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้กรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2552 : 97) ผลการวิจัย

1) ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถเขียนสมการแทนสถานการณ์แก้ปัญหาได้ สามารถนำใช้โปรแกรม GPS ตามคำสั่ง เช่น ปรับเปลี่ยนค่าของ A , B และ C ได้สมการตามต้องการ ลงจุดข้อมูลในตาราง 2) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ นักเรียนสามารถ บอกลักษณะของกราฟเส้นตรงคือ สมการ $y = c$ จะมีกราฟเส้นตรงขนานแกน X สมการ $x = c$ จะมีกราฟเส้นตรงขนานแกน Y ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยนักเรียนมีความเข้าใจระดับนี้สามารถบอกผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ที่มีต่อกราฟของสมการ $y = c$, $x = c$ และ $y = mx + c$ 3) ความเข้าใจในระดับโครงสร้าง ไม่แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

พีไรท์และคิเรน (Pirie & Kieren. 1994 : 281-A) ได้ศึกษาการเพิ่มความเข้าใจในหลักคณิตศาสตร์ เราจะสามารถแบ่งลักษณะของการทำความเข้าใจได้อย่างไร และเราจะสามารถอธิบายแสดงตัวอย่างได้อย่างไร วิธีการเรียนรู้และทำความเข้าใจในหลักคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลากหลายวิธีและบางวิธีได้มีการนำมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งก่อนที่จะมีการวาง โครงร่างของหลักต่างๆเพื่อที่จะสร้างตัวอย่าง เพื่อการนำเสนอถึงหลักที่สามารถเพิ่มความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยตัวอย่างนั้นจะถูกอธิบายและแสดงตัวอย่างอย่างละเอียดด้วยการอ้างอิงถึงหลักการใช้เศษส่วน โดยจุดสำคัญของตัวอย่างนี้จะรวมไปถึงการไม่มีข้อจำกัดการยับยั้ง หรือแม้แต่การช่วยเสริมเข้าไปของการแสดงวิธีทำหรือการแสดงความคิดที่จะเกิดขึ้นในแต่ละระดับของการกระทำทำความเข้าใจ โดยทฤษฎีนี้จะแสดงตัวอย่างของนักเรียนที่ได้ร่วมทำในแต่ละหัวข้อและขั้นตอนที่แตกต่างกัน และสุดท้ายวิธีหนึ่งของทฤษฎีที่ได้มีการวางเค้าโครงร่างเอาไว้ก็จะสามารถอธิบายข้อมูลรายละเอียดได้เป็นอย่างดี

ทอมและพีไรท์ (Thom & Pirie. 2006 : 198-A) ได้ศึกษาความซับซ้อนในความเข้าใจด้านจำนวนของเด็กทั้ง 2 คน งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้ จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คน โดยมีการบันทึกภาพการทำงานของเด็กทั้งสองคนตลอดเวลา เพื่อบันทึกทุกๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางด้านจำนวน “72” ของเด็กฯ บทสนทนาหรือสิ่งต่างๆที่เด็กฯ ได้จัดทำขึ้นจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองตามหลักการ Pirie & Kieren เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์ ผลจากการวิจัยพบว่า ความเข้าใจทางด้านจำนวนนับของเด็ก 2 คน นั้นเป็นไปตามรูปแบบความซับซ้อนในกรอบของความคิดและ

เป็นไปตามหลักการต่างๆ ของแบบจำลองตามแบบทฤษฎี Pirie & Kieren นอกจากนี้ ทัศนียภาพสำคัญของกลุ่มความรู้เบื้องต้น การสร้างภาพ การเกิดภาพในใจ การสังเกตคุณสมบัติ การจัดระเบียบ การสังเกต เหมือน ได้กล่าวมาข้างต้นว่าความเข้าใจของเด็กๆ ที่เกิดขึ้นนอกเหนือไปจากขอบเขตของ “ไม่จำเป็นต้องใช้” ก็ถูกนำมาตรวจสอบและวิเคราะห์ด้วย สำหรับในหมวดอื่นๆ ของแบบจำลอง เช่น การสร้างโครงสร้าง การสร้าง การทบทวนย้อนกลับ และความเข้าใจที่เชื่อมต่อและสัมพันธ์กัน ก็ได้นำมาอธิบายและเป็นตัวอย่างสำหรับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กันกับความเข้าใจของเด็กๆ ทางด้านจำนวนด้วย

เฮอเรนส์ (Heingraj. 2003 : 251-A) ได้ทำการศึกษาวิธีการใหม่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยโดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกเป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้ (Cognitive tool) โดยศึกษาผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 ห้อง ๆ ละ 12 คน โดยใช้วิธีดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพและใช้การสอนเชิงทดลอง (Teaching Experiment) โดยหัวข้อที่สอนคือฟังก์ชันจากการศึกษาพบว่า เครื่องคิดเลขกราฟิกสามารถเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการสร้างความรู้ในแนวคิดของฟังก์ชันได้ใน 3 ลักษณะ คือความเข้าใจในแนวคิดระดับการจัดกระทำ (Action) เข้าใจในแนวคิดระดับกระบวนการ (Process) ความเข้าใจในแนวคิดระดับวัตถุ (Object) และจากการจัดประเภทของบทบาทของเครื่องคิดเลขกราฟิกจำแนก ได้ดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้แสดงแทนความเข้าใจในแนวคิด Action (Conceptual Action Representation Tool : CART) 2) เครื่องมือที่ใช้แสดงแทนความเข้าใจในแนวคิดระดับ Process (Conceptual Process Representation Tool : CPRT) 3) เครื่องมือที่ใช้แสดงแทนความเข้าใจในแนวคิดระดับ Object (Conceptual Object Representation Tool : CORT)

คอสตัน (Coston. 1994 : 156-A) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-operative learning) และการใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกในกระบวนการเรียนการสอนที่มีต่อความเข้าใจในแนวคิดของฟังก์ชัน ทักษะทางพีชคณิต และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้ร่วมวิจัยประกอบด้วยนักเรียน นักศึกษาระดับอุดมศึกษาที่เรียนในรายวิชาพีชคณิต 4 ห้องเรียน จำนวน 176 คน กลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ชั้นเรียน คือ ชั้นเรียนที่ใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ จำนวน 44 คน ชั้นเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก จำนวน 46 คน และชั้นเรียนที่ใช้ทั้งการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และเครื่องคิดเลขกราฟิก จำนวน 45 คน กลุ่มควบคุม 1 ชั้นเรียน จำนวน 41 คน ในกลุ่มที่ใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก ทั้งครูและนักเรียนใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกรุ่น TI-81 ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ส่วนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้นั้น ใช้เทคนิค Learning together กลุ่มควบคุมใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายและการอภิปราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบถามเจตคติ ข้อสอบวัดทักษะทางพีชคณิต แบบทดสอบเกี่ยวกับความรับผิดชอบ

ของสมาชิกในกลุ่ม และแบบทดสอบเกี่ยวกับฟังก์ชัน แบบทดสอบเกี่ยวกับความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม และแบบทดสอบเกี่ยวกับฟังก์ชัน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ของฟังก์ชันระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กรอบการวิเคราะห์ตามทฤษฎี APS เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแบบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	Action Conceptual understanding	Process Conceptual understanding	Structural Conceptual understanding
1	จำแนกและเข้าใจสัญลักษณ์ของฟังก์ชัน ในการแทนค่าของฟังก์ชันและนำมาเขียนกราฟได้	หาค่า $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x), \lim_{x \rightarrow 2^-} f(x)$ $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$ ได้	
2	ดูกราฟแล้วหาค่าของฟังก์ชัน $f(x)$	หาค่าลิมิตของฟังก์ชัน หาค่าลิมิตของฟังก์ชันด้านซ้ายและหาค่าลิมิตของฟังก์ชันด้านขวาได้	
3	ดูกราฟแล้วหาค่าของฟังก์ชัน $f(x)$	หาค่าของฟังก์ชัน $f(-1)$ และ $f(3)$ และค่าลิมิตของฟังก์ชันด้านซ้ายและด้านขวา และค่าลิมิตของฟังก์ชัน เมื่อ $x=c$ ได้	หาค่าความต่อเนื่องบนช่วง $[a,b]$ ได้
4	หาค่าของฟังก์ชัน $f(x)$	หาค่าลิมิตของฟังก์ชัน $f(x)$ ได้	ใช้นิยามหาค่าความต่อเนื่องฟังก์ชัน บนช่วง $[a,b]$
5	หาค่าของฟังก์ชัน $f(x)$	หาค่าลิมิตของฟังก์ชัน $f(x)$ ได้	ใช้นิยามหาค่าความต่อเนื่องฟังก์ชัน บนช่วง $[a,b]$