

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 - 6 ในจังหวัดยะลา ปัตตานี นราธิวาส และสตูล ต่อไป โดยผู้วิจัยจะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ความสำคัญของคณิตศาสตร์
- หลักสูตรกลุ่มคณิตศาสตร์
- การวัดและประเมินผลทางการศึกษา
- การวัดพฤติกรรมการด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบมาตรฐาน
- เกณฑ์ปกติ
- ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544 : บทนำ)

วิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นและมีบทบาทสำคัญยิ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ได้มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

พินีส หันนาคินท์ (2526 : 1-2) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการคือ

1. ความสำคัญในแง่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและงานในอาชีพ ในชีวิตประจำวันของคนเราต้องใช้คณิตศาสตร์ และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอ เช่น ในการดูเวลา การกำหนดรายรับรายจ่ายในครอบครัว และการเล่นกีฬา เป็นต้น
2. เป็นเครื่องปลูกฝังและอบรมให้นักเรียนมีคุณสมบัตินิสัย ทักษะ และความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและการแสดงความคิดเห็นออกอย่างเป็นระบบ ง่าย สั้น และชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี
3. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดค้นสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดออกมาให้คนรุ่นหลัง ดังนั้นการศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาเพื่อชื่นชมในผลงานของคณิตศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์

วรณี โสมประยูร (2526 : 228-230) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การนับจำนวน ล้วนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น
2. คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจโลก คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจและรู้จักปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ทิศทางลม ฤดูกาล แรงดึงดูดของโลก โดยการอธิบายและการคำนวณทางคณิตศาสตร์
3. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างทัศนคติที่ถูกต้องทางการศึกษาคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง รู้จักแก้ไขให้ถูกต้องเมื่อพบสิ่งที่ผิดและรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง เพราะต้องอาศัยความรู้ในการสังเกตอย่างถี่ถ้วน การวัดที่ระมัดระวัง และการคิดเลขที่ถูกต้อง
5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่คนรุ่นก่อนคิดสร้างสรรค์และถ่ายทอดมาสู่คนรุ่นหลัง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาวัฒนธรรมของอารยธรรมและความก้าวหน้าของมนุษย์

สิริพร ทิพย์คง (2537 : 8-12) ได้สรุปความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะการคิดค้นทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แก่บุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการ

ทำงาน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม และกล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิดต้องอาศัยเหตุผลและการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการฝึกแก้โจทย์ต่างๆ
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการคิดและตกลงยอมรับที่จะนำไปใช้
3. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์เป็นความมีระเบียบและความกลมกลืนกัน
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างความมีระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนในการคิดและต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล สิ่งที่ยืนยันก่อนจะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไปหรือในการเรียนคณิตศาสตร์ในขั้นสูงต่อไป

ยุพิน พิพิธกุล (2523 : 1-2) ได้สรุปลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด มีการพิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ตลอดจนพยายามคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ คณิตศาสตร์เป็นรากฐานแห่งความเจริญในด้านต่างๆ
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด เป็นภาษาที่ทุกชาติทุกภาษาที่เรียนคณิตศาสตร์จะเข้าใจตรงกัน
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุมีผล
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผนในการคิดทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องคิดอยู่ในแบบแผน และมีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม ทุกขั้นตอนจะตอบได้ และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้
5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์คือ ความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิดเห็นใหม่ๆ และแสดงโครงสร้างใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา

วรรณิ ธรรมโชติ (2537 : 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผู้ศึกษาคควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept)
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง

จะเห็นได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเฉพาะ และเป็นวิชาที่มีความสำคัญและความจำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ นอกจากนั้นความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การที่รัฐจัดให้มีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาเป็นต้นไป เป็นการวางรากฐานที่สำคัญให้แก่ประชาชน เพื่อความเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณค่า สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในสังคมปัจจุบันและเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติต่อไป

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการ ได้มีคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการที่ วก 1166/2544 เรื่องให้ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ เป็นการสร้างกลยุทธ์ใหม่ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคมไทย ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคม โดยเริ่มจากปีการศึกษา 2546 ให้ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และในปีการศึกษา 2548 กำหนดให้ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ทุกชั้นเรียน ทั้งนี้จะมีโรงเรียนนำร่องและโรงเรียนเครือข่ายจะเริ่มใช้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2545 เป็นต้นไป

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มคณิตศาสตร์คือ จุดหมายข้อที่ กำหนดไว้ว่า มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำรงชีวิต (กรมวิชาการ, 2544 : 1-5)

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังสามารถนำความรู้ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ

ทั้งนี้ หลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับระดับช่วงชั้น สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ และคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบการศึกษาตามช่วงชั้นต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น

กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับขั้นการพัฒนาการของผู้เรียน คือ

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม เมื่อเรียนจบการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้แบ่งสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่ม คือ กลุ่มภาษาไทย กลุ่มคณิตศาสตร์ กลุ่มวิทยาศาสตร์ กลุ่มสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสุขศึกษาและพลศึกษา กลุ่มศิลปะ กลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ และกลุ่มภาษาต่างประเทศ

สำหรับกลุ่มคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดทางด้านพุทธิพิสัย ช่วงชั้น ป. 4 – 6 มีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้อง 5 สาระ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

2.2 สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งของได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

2.3 สารที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

2.4 สารที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

2.5 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

(ที่มา : กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 13-14).

3. คุณภาพของผู้เรียน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มคณิตศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาในช่วงชั้นที่ 2 (ประถมศึกษาปีที่ 4 – 6) แล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 : 3)

3.1 มีความรู้เชิงจำนวนและความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสร้างโจทย์ได้

3.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆ ของจำนวนพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

3.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ

3.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้

3.6 สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและแก้สมการได้

3.7 เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิต่างๆ สามารถอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม ตาราง และกราฟ รวมทั้งใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการอภิปรายเหตุการณ์ต่างๆ ได้

3.8 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน สามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ตลอดจนใช้เป็นเครื่องมือในการคิดวิเคราะห์ และเรียนรู้มวลประสบการณ์ในการดำรงชีวิตต่อไป

จะเห็นได้ว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดโครงสร้างทั้งระดับช่วงชั้น สาระการเรียนรู้และพื้นฐาน วัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ได้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีวิจารณญาณ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (2544 : 24 – 25) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ว่าเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศ ที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน และได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ

1. การวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน มีจุดหมายสำคัญของการประเมินระดับชั้นเรียน คือ มุ่งหาคำตอบว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรม และค่านิยม อันพึงประสงค์ โดยสถานศึกษาเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์การประเมิน โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสถานศึกษา

2. การประเมินผลระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าด้าน การเรียนรู้เป็นรายชั้นปีและช่วงชั้น สถานศึกษานำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาการเรียนการสอนและคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้

3. การประเมินคุณภาพระดับชาติ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปใช้ในการพัฒนา คุณภาพของผู้เรียน และคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาแต่ละแห่ง

การวัดและการประเมินการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศ ที่ แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน และยังได้ข้อมูลที่จะเป็น ประโยชน์ต่อการส่งเสริมผู้เรียนให้มีความก้าวหน้าในด้านการเรียนอย่างต่อเนื่อง

1. การวัดผล

1.1 ความหมายของการวัดผล

การวัดผล (Measurement) คือ การกำหนดสัญลักษณ์หรือตัวเลขให้กับวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เห็นความแตกต่างของ คุณสมบัติที่มีอยู่ในวัตถุหรือในบุคคลที่ประสงค์จะวัด ถ้าคุณสมบัติที่จะวัดนั้นได้มีการให้คำจำกัด ความชัดเจนเพียงพอที่จะสังเกตความแตกต่างได้ และคุณสมบัตินั้นจะต้องเป็นคุณสมบัติที่วัด ได้ อีกความหมายหนึ่งของการวัดคือ การดำเนินการอย่างมีวิธีการ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณทางคุณภาพ ของสิ่งของหรือบุคคล และอธิบายได้ในรูปของปริมาณ (qualitative term) เช่น ความกว้าง ความยาว เจตคติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 6) ได้กล่าวถึงความหมายของการวัดผลทางการศึกษาว่า การวัดผลทางการศึกษาคือกระบวนการที่พยายามค้นหาหรือระดับที่แสดงถึงปริมาณของคุณลักษณะ ใดลักษณะหนึ่งในตัวบุคคล หรือสิ่งของ หรือเหตุการณ์ เช่น การใช้แบบทดสอบเพื่อวัดลักษณะของ บุคคลด้านเชาว์ปัญญา ด้านความถนัด ด้านผลสัมฤทธิ์ เป็นต้น

กังวล เทียนกัมจัทเศสน์ (2540 : 15) ได้กล่าวถึงการวัดว่า การจะวัดสิ่งใดจะต้องมี วิธีการที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด และตามวัตถุประสงค์ที่จะวัดด้วย ซึ่งการวัดผลจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

- 1) กำหนดว่าจะวัดสิ่งใด จะวัดปริมาณหรือวัดคุณภาพ
- 2) ทำการวัดอย่างไร หรือใช้วิธีการที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว
- 3) กำหนดกระบวนการวัดแต่ละขั้นตอน และวิธีการบันทึกผลออกมาเป็นตัวเลข

ได้อย่างไร

กล่าวโดยสรุปว่า การวัด หมายถึง กระบวนการบอกปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใด ๆ ที่ตกลงกันไว้แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัด และวัตถุประสงค์ของการวัด

1.2 ประเภทของการวัดผล แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1.2.1 วัดทางตรง วัดคุณลักษณะที่ต้องการ โดยตรง เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก ฯลฯ มาตรฐานวัดจะอยู่ในระดับมาตราวัดอัตราส่วน (Ratio Scale)

1.2.2 วัดทางอ้อม วัดคุณลักษณะที่ต้องการโดยตรงไม่ได้ ต้องวัดโดยผ่านกระบวนการทางสมอง เช่น วัดความรู้ วัดเจตคติ วัดบุคลิกภาพ ฯลฯ มาตรฐานวัดจะอยู่ในระดับ Interval Scale การวัดทางอ้อมแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1.2.2.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เช่น วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดเชาวน์ปัญญา วัดความถนัดทางการเรียน วัดความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

1.2.2.2 ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เช่น วัดความสนใจ วัดเจตคติ วัดบุคลิกภาพ วัดความวิตกกังวล วัดจริยธรรม ฯลฯ

1.2.2.3 ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เช่น การเคลื่อนไหว การปฏิบัติโดยใช้เครื่องมือ ฯลฯ

2. การประเมินผล

2.1 ความหมายของการประเมินผล

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การนำเอาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดรวมกับการใช้วิจารณญาณของผู้ประเมินมาใช้ในการตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อให้ได้ผลเป็นอย่างไรอย่าง

2.2 ประเภทของการประเมินผล แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.2.1 การประเมินแบบอิงกลุ่ม เป็นการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบหรือผลงานของบุคคลใดบุคคลหนึ่งกับบุคคลอื่น ๆ ที่ได้ทำแบบทดสอบเดียวกันหรือได้ทำงานอย่างเดียวกัน นั่นคือเป็นการใช้เพื่อจำแนกหรือจัดลำดับบุคคลในกลุ่ม การประเมินแบบนี้มักใช้กับการประเมินเพื่อคัดเลือกเข้าศึกษาต่อ หรือการสอบชิงทุนต่าง ๆ

2.2.2 การประเมินแบบอิงเกณฑ์ เป็นการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบหรือผลงานของบุคคลใดบุคคลหนึ่งกับเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ เช่น การประเมินระหว่างการเรียนการสอนว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

2.3 ข้อแตกต่างระหว่างการประเมินผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

2.3.1 การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม

- 1) เป็นการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้กับคะแนนของคนอื่น ๆ
- 2) นิยมใช้ในการสอบแข่งขัน
- 3) คะแนนจะถูกนำเสนอในรูปของร้อยละหรือคะแนนมาตรฐาน
- 4) ใช้แบบทดสอบเดียวกันสำหรับผู้เรียนทั้งกลุ่มหรืออาจใช้แบบทดสอบ

คู่ขนาน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้

- 5) แบบทดสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนกสูง
- 6) เน้นความเที่ยงตรงทุกชนิด

2.3.2 การประเมินแบบอิงเกณฑ์

- 1) เป็นการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้กับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้
- 2) สำหรับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนหรือเพื่อปรับปรุงการเรียน

การสอน

- 3) คะแนนจะถูกนำเสนอในรูปของผ่าน-ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 4) ไม่ได้เปรียบเทียบกับคนอื่น ๆ จึงไม่จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบฉบับ

เดียวกันกับผู้เรียนทั้งชั้น

- 5) ไม่เน้นความยากง่าย แต่อำนาจจำแนกควรมีพอเหมาะ
- 6) เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก (Performance Examination) และจะต้องถือว่าการวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ และสิ่งที่สำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์อยู่ที่การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่องตลอดจนการวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ

การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson, 1971 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 60) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของเบนจามิน เอส บลูม และคณะ (Benjamin S. Bloom and Other) แบ่งการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation)

เป็นการวัดทักษะเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ความจำแบบง่ายๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) หมายถึงการถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปหรือแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

ตัวอย่าง

0) ค่าของ 5 ในข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. 602,562

ข. 652,202

ค. 562,062

ง. 625,202

ตอบ ก.

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) หมายถึง การถามให้ ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

ตัวอย่าง

0) สามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมฉากเรียกว่าสามเหลี่ยมอะไร

ก. มุมตรง

ข. มุมฉาก

ค. มุมแหลม

ง. มุมป้าน

ตอบ ข.

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว

ตัวอย่าง

0) ถ้า $Y \times 9 = 144$ แล้ว Y มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 16

ข. 26

ค. 14

ง. 13

ตอบ ก.

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งเป็น 6 ชั้นคือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concept) หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจจะกล่าวได้ว่า มโนคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

ตัวอย่าง

0) มุมต่อไปนี้เป็นมุมแหลม

ก. 100 องศา

ข. 95 องศา

ค. 90 องศา

ง. 88 องศา

ตอบ ง.

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules and generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว

ตัวอย่าง

0) ผลบวกของมุมในรูปสามเหลี่ยมเท่ากับเท่าไร

ก. 180 องศา

ข. 360 องศา

ค. ขึ้นอยู่กับขนาดของรูปสามเหลี่ยม

ง. 270 องศา

ตอบ ข.

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical structure)

หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้าน

คณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่

เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

0) ถ้า $24 + 76 = 76 + \square$ จำนวนใน \square คือข้อใด

ก. 100

ข. 34

ค. 42

ง. 24

ตอบ ง.

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง

(Ability of transform problem element from one mode to another) หมายถึง ความสามารถในการ

เปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ

ตัวอย่าง

0) ชายคนหนึ่งทำงานรับจ้างตัดหญ้า 20 วัน ได้ค่าจ้างวันละ 80 บาท เขานำเงินไปจ่ายค่าเล่าเรียนของลูกชาย 1,200 บาท ชายคนนั้นจะมีเงินเหลือกี่บาท

ก. 600 บาท

ข. 500 บาท

ค. 400 บาท

ง. 1,600 บาท

ตอบ ก.

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (Ability of follow a line of reasoning)

หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

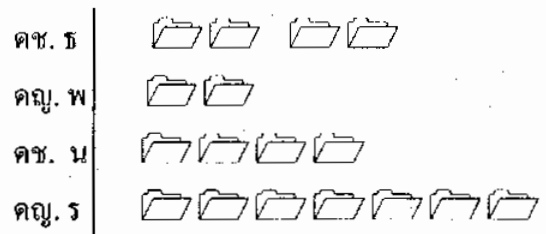
ตัวอย่าง

- 0) ถ้าแบ่งครึ่งปริซึมรูปทรงสามเหลี่ยม ตามแนวนอนแล้ว จะได้ผลอย่างไร
- จะได้ปริซึมรูปทรงสามเหลี่ยมสองแท่ง
 - จะได้ปริซึมรูปทรงสามเหลี่ยมและปริซึมรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู
 - จะได้ปริซึมรูปทรงสามเหลี่ยมสองแท่งที่มีขนาดเท่ากัน
 - จะได้ปริซึมรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมูสองแท่ง ตอบ ข.

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a mathematics problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจาก โจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมถึงการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปล สมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

ตัวอย่าง

- 0) แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนผลงานนักเรียนในแฟ้มสะสมงานวิชาภาษาไทย



 แทน ผลงานนักเรียน 2 ชิ้น

จากแผนภูมิข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ผลงานของ คช. ธ และ คช. น รวมกันน้อยกว่าผลงานของ คญ. ร.
- ผลงานของ คช. ธ ค.ญ. พ และ คช. น รวมกันเท่ากับ 10 ชิ้น
- ผลงานของ ค.ญ. ร มีทั้งหมด 7 ชิ้น
- ผลงานของ ค.ญ. พ รวมทั้งหมด 4 ชิ้น ตอบ ง.

3. การนำไปใช้ (Application)

เป็นการนำความรู้ ทักษะ การคิด การแก้ปัญหา ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาคือใหม่ให้ประสบความสำเร็จ โดยเป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยทำมาก่อน การวัดพฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Ability to solve routine problem) ปัญหาธรรมดาหมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปแบบของพฤติกรรมขึ้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

ตัวอย่าง

0) การคูณ 2.58 กับ 40.69 จะได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร

- ก. ได้จำนวนที่มีเลขทศนิยมสองตำแหน่ง
- ข. ได้จำนวนที่มีเลขทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง
- ค. ได้จำนวนที่มีเลขทศนิยมสี่ตำแหน่ง
- ง. ได้จำนวนที่ไม่มีเลขทศนิยม

ตอบ ก.

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparison) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

ตัวอย่าง

0) วงกลมสองรูปมีเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน 3 นิ้ว ค่าความแตกต่างของรัศมีของวงกลมทั้งสองรูป เป็นเท่าไร

- ก. ต่างกัน 1 เท่า
- ข. ต่างกัน 1 นิ้ว
- ค. ต่างกัน 3 นิ้ว
- ง. ต่างกัน 2 นิ้ว

ตอบ ก.

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

ตัวอย่าง

0) คุณเห็นนักเรียนร้านแรก ราคาขายสองคู่ 89 บาท กับร้านสองราคาขายสามคู่ 120 บาท (ชื้อห้อยและสี่เดียวกัน) ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ร้านแรกขายถูกกว่าร้านสอง
- ข. ร้านแรกนำของเก่ามาขาย
- ค. ร้านสองขายถูกเท่าคู่ละ 40 บาท
- ง. ร้านแรกและร้านสองขายถูกเท่าเฉลี่ยคู่ละ 40 บาท

ตอบ ค.

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphism and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูลแปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

ตัวอย่าง

0) เลข 3 ของ 45.431 มีค่าเท่าไร

ก. 0.03

ข. 30

ค. 31

ง. 0.003

ตอบ ก.

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

เป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน ครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นย่อยคือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to solve no routine problems) หมายถึงความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตรวจสอบว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to construct proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่างๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to criticize proofs) หมายถึง ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยู่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่า การพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to formulate and validate generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ดังที่กล่าวมาแล้วทั้ง 4 ระดับ เป็นการวัดความรู้ตามลำดับ ตลอดจนการพัฒนาความสามารถทางสมองและทักษะ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเพื่อที่จะได้สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและนำไปใช้ในการจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 และ 6 ต่อไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา สิ่งมุ่งหวังที่สำคัญที่สุดที่ครูผู้สอนต้องการประการหนึ่งก็คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงถึงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษานั้น ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใดได้ โดยเฉพาะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2521 : 13)

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ ความเข้าใจและความสามารถต่างๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ชวาล แพริตกุล (2517 : 61) ได้ให้ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนว่าหมายถึง การตรวจสอบความรู้ ทักษะ และความสามารถ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 27) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) ว่าหมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษา ฝึกฝน อบรม

หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผล (level of accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 19) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้ว ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากขึ้นเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

ขวัญใจ บุญฤทธิ์ (2535 : 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงความรู้ความสามารถของนักเรียนจากการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และได้ตรวจสอบคุณภาพแล้ว

การประเมินผลสัมฤทธิ์ที่แท้จริง ต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัด โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ซึ่งหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในอดีต (สุภารัตน์ นฤพนธ์จิรกุล, 2534 : 28) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราว เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางวิชาการของนักเรียน มีใช้กันทั่วไปในโรงเรียน แบบทดสอบประเภทนี้สอบเสร็จแล้ว จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่ หรือนำแบบทดสอบชุดเก่ามาเปลี่ยนแปลงปรับปรุงโดยไม่มีวิธีการอะไรเป็นหลักในการปรับปรุง ไม่มีการวิเคราะห์ว่าข้อสอบนั้นดีหรือต้องปรับปรุงประการใด

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการ หรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เมื่อสร้างขึ้นเสร็จก็มีการนำไปทดลองสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน

กล่าวโดยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชามาแล้วทั้งในอดีตและในปัจจุบัน และจะต้องมีเครื่องมือสำหรับช่วยให้สามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นวิธีประเมินพฤติกรรมของนักเรียน และวัดระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อจะสามารถจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของบุคคลต่าง ๆ ได้

แบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐานที่ผู้วิจัยนำเสนอ จัดอยู่ในประเภทแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเพื่อการวัดและประเมินผล และเข้าไปมีส่วนสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนการสอนทุกระยะ เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่วางไว้ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากวิธีการวัดและประเมินผล เพื่อช่วยในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และการวัดและประเมินผลจะได้ผลดีมีมาตรฐานย่อมขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้เป็นหลักสำคัญ แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากทั้งนี้เพื่อประโยชน์แก่การเรียนการสอน ครู นักเรียน การแนะแนว การบริหารและการวิจัย และแบบทดสอบที่ดีและมีคุณภาพจะต้องสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้

ข้อตกลงเบื้องต้นของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ควรคำนึงถึงข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้
(เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2540 : 19-20)

1. เนื้อหา หรือทักษะภายในขอบเขตที่ครอบคลุมในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น จะต้องสามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงในลักษณะที่จะสื่อสารไปยังบุคคลอื่นได้ ถ้าเป้าหมายทางการศึกษาไม่สามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมแล้วย่อมไม่สามารถที่จะวัดในลักษณะของผลสัมฤทธิ์ได้อย่างชัดเจน

2. ผลผลิตที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้ จะต้องเป็นผลผลิตเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเท่านั้น จะวัดผลผลิตอย่างอื่นไม่ได้

3. ผลสัมฤทธิ์หรือความรู้ต่างๆ ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้ ถ้าจะนำไปเปรียบเทียบกันแล้ว ผู้เข้าสอบทุกคนจะต้องมีโอกาสได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ อย่างเท่าเทียมกัน จะใช้ได้กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนต่างก็เรียนเนื้อหาสาระเหมือนกันในวิชาเดียวกัน และได้รับประสบการณ์จากการทำแบบฝึกหัดเช่นเดียวกัน

การจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยทั่วไปอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอเกี่ยวกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และ
 ได้มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบมาตรฐานไว้หลายท่าน ในที่นี้จะนำมากล่าวคือ

ชวาล แพร์ตกุล (2517 : 23-28) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบมาตรฐาน คือ
 แบบทดสอบชนิดหนึ่งซึ่งสร้างขึ้นอย่างถูกต้องหลักเกณฑ์ มีการทดลองวิเคราะห์ข้อคำถามกันหลาย
 ครั้งหลายครา ปรับปรุงกันมาเป็นขั้น ๆ จนกว่าจะนำมาใช้ได้จริง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 21) ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบมาตรฐาน เป็น
 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างมีหลักเกณฑ์ มีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ วิเคราะห์และ
 แก้ไขปรับปรุงจนแบบทดสอบมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปใช้กว้างขวางทั่วประเทศ

บุญธรรม กิจปริคาบวิสุทธิ (2535 : 490) ให้ความหมายของแบบทดสอบมาตรฐาน
 หมายถึงข้อสอบที่ใช้ร่วมกัน ดำเนินการสอบแบบเดียวกัน และแปลความหมายคะแนนแบบ
 เดียวกัน และสร้างขึ้นเพื่อให้สอบกับนักเรียนจำนวนมาก ซึ่งแตกต่างกันในทุก ๆ ด้าน เพื่อ
 เปรียบเทียบระหว่างบุคคลกับกลุ่ม และเปรียบเทียบระหว่างบุคคลกับบุคคล เพื่อให้เปรียบเทียบ
 กันได้ดี ถูกต้องตามความเป็นจริง จึงต้องดำเนินการสอบเหมือนกัน แปลความหมายคะแนนจาก
 เกณฑ์ปกติเดียวกัน และคะแนนจากแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานจะต้องเป็นคะแนนที่มีความ
 เชื่อมั่นและเที่ยงตรงสูง

กล่าวโดยสรุปว่า แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบวัด
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบและแปลความหมายคะแนน และเป็น
 แบบทดสอบที่มีความตรงและความเชื่อมั่นสูงจะต้องมีมาตรฐานอยู่ 3 ประการคือ

1. ดำเนินการสร้างอย่างมีหลักเกณฑ์ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ตัวแบบทดสอบ
 มีคุณภาพสูง จึงต้องมีการวางแผนอย่างถี่ถ้วน ให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ มาร่วมในการเขียน
 ข้อสอบสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงสูง วัดในสิ่งที่ต้องการวัด ได้จริง
 และมีความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อน (Error) น้อย มีการทดลองสอบแล้ว
 วิเคราะห์หลายครั้งทั้งรายข้อ และทั้งฉบับ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง ความยาก
 ปานกลาง มีความตรง และความเชื่อมั่นสูง

2. มีมาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบ กำหนดวิธีดำเนินการสอบไว้อย่างเป็นขั้นตอน
 และละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบคะแนนกันได้อย่างเที่ยงตรง เพราะการใช้
 แบบทดสอบมาตรฐาน มีความมุ่งหมายที่จะให้เด็กได้แสดงความสามารถสูงสุดออกมา ภายใต้
 สถานการณ์ที่เหมือนกัน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและปฏิบัติตามคำชี้แจงของแบบทดสอบนั้นๆ
 เสมอ เพื่อให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย และไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของคะแนนด้วย

ดังนั้นแบบทดสอบมาตรฐานจะต้องมีคำชี้แจงการดำเนินการสอบอย่างละเอียด และต้องดำเนินการสอบตามคำชี้แจงอย่างเคร่งครัด เช่น การอธิบายการตอบแบบทดสอบ การให้ ตัวอย่าง การกำหนดเวลาในการตอบ

3. มีเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบมาตรฐาน เกณฑ์ปกติเป็นข้อเท็จจริงของการ แจกแจงคะแนนของกลุ่มประชากรของแบบทดสอบฉบับนั้น ว่ามีการแจกแจงคะแนนอย่างไร ซึ่ง จะสร้างเป็นตารางเทียบระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานซึ่งได้มาจากประชากรของ แบบทดสอบฉบับนั้น จากการศึกษาที่สร้างเกณฑ์ปกติขึ้นมาใช้กับแบบทดสอบ ทำให้สามารถใช้คะแนน จากแบบทดสอบของแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรได้ว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใดของกลุ่ม ประชากร

2. องค์ประกอบของแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐาน ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 อย่าง คือ (บุญธรรม กิจปริดาภิวัตน์, 2535 : 491)

2.1 ตัวแบบทดสอบ (Test)

โดยทั่วไปจะพิมพ์เป็นฉบับ หรือเป็นรูปเล่ม มีปกหน้าและปกหลัง บนปกจะบอก ชื่อแบบทดสอบ จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบโดยสรุป คำชี้แจงขอแบบทดสอบโดยสรุป ซึ่งจะต้อง มีตัวอย่างข้อสอบประกอบด้วย ตัวแบบทดสอบจะต้องมีรูปแบบที่สะดวกแก่การอ่านและการ ดำเนินการสอบ โดยข้อสอบจะต้องมีคุณภาพและประสิทธิภาพในการวัดสูง มีค่าอำนาจจำแนกสูง

2.2 คู่มือการใช้แบบทดสอบ (Test Manual)

เป็นเอกสารประกอบแบบทดสอบซึ่งจะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับแบบทดสอบฉบับ นั้น เช่น วิธีการสร้าง วิธีตรวจ วิธีแปลความหมายคะแนน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 6 ส่วนคือ

2.2.1 จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ บ่งถึงจุดประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบ ฉบับนั้นว่าสร้างขึ้นเพื่ออะไร วัดความสามารถด้านใด มีแนวคำถามแบบไหน ใช้กับเด็กระดับชั้น หรือระดับอายุใด

2.2.2 วิธีสร้างแบบทดสอบ ส่วนนี้จะชี้แจงให้ทราบถึงขั้นตอนในการสร้าง แบบทดสอบตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นว่า สร้างแบบทดสอบขึ้นมาแล้วมีการวิเคราะห์ปรับปรุง อย่างไร ทดลองสอบ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างใด ก็ครั้ง สอบกับกลุ่มประชากรใด กลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบใด ขนาดเท่าใด พร้อมทั้งบ่งคุณลักษณะทางสถิติเบื้องต้น เช่น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่นแบบใด มีค่าเท่าใด ค่าความเที่ยงตรงเป็นแบบใด มีค่า เท่าไร

2.2.3 วิธีดำเนินการสอบ ในคู่มือแบบทดสอบจะต้องบอกวิธีการสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน เป็นขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมตัวก่อนสอบ ขณะสอบ ภายหลังจากสอบเสร็จแล้ว เพื่อใช้สำหรับดำเนินการสอบให้เป็นแบบเดียวกัน เป็นมาตรฐานเดียวกัน

2.2.4 วิธีตรวจให้คะแนน จะต้องบอกวิธีการตรวจให้คะแนนไว้อย่างละเอียด มีตัวเฉลยหรือแนวคำตอบ ตอบถูกให้ข้อละกี่คะแนน ยังเป็นแบบทดสอบที่ใช้ข้อสอบแบบความเรียงหรือแบบอื่นๆ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก็ต้องบอกวิธีตรวจให้คะแนนอย่างละเอียดถี่ถ้วน

2.2.5 วิธีแปลความหมายคะแนน โดยแบ่งเกณฑ์ปกติไว้เพื่อให้สามารถแปลความหมายคะแนนจากเกณฑ์เดียวกัน อาจเป็นเกณฑ์ปกติแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายอย่างเช่น เกณฑ์ปกติแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยสร้างตารางบัญชีแปลงคะแนนให้

2.2.6 วิธีการนำผลการสอบไปใช้ ในคู่มือแบบทดสอบจะบอกแนวการนำผลการสอบไปใช้ทางด้านใดบ้าง เช่น ใช้ในการวินิจฉัย บ่งระดับความพร้อม ระดับผลสัมฤทธิ์ ใช้ในการแนะแนว การบริหาร เป็นต้น

3. วิธีสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐานเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาอย่างถูกต้องตามหลักการ มีการปรับปรุงจนมีคุณภาพดี มีการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นควบคู่กับแบบทดสอบ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน เป็นลำดับขั้นดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 335-341)

3.1 กำหนดรายละเอียดของแบบทดสอบ (Test Specification) ก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบจะต้องมีการวางแผนการสร้างแบบทดสอบไว้ก่อนให้ละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ ทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป (General purpose) และวัตถุประสงค์เฉพาะ (Specific purpose) โดยต้องกำหนดสาขาเฉพาะที่จะวัด ใช้แบบทดสอบกับคนกลุ่มใด จะใช้คะแนนสอบอย่างไร ใช้เวลาเท่าไร มีการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานด้วยหรือไม่ ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะจะช่วยให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้

3.1.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specification) มักทำในรูปของกรรมการ ขั้นตอนนี้เริ่มจากการศึกษาหลักสูตรอย่างละเอียด โดยทำการวิเคราะห์จุดมุ่งหมาย และเนื้อหาของรายวิชาที่จะสร้างข้อสอบ แล้วพยายามแปลความหมายจุดมุ่งหมายแต่ละข้อออกมาเป็น

พฤติกรรมที่วัดได้ มีการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม แล้วจึงสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งจะระบุว่า มีเนื้อหาอะไรบ้าง และในแต่ละเนื้อหามีพฤติกรรมใดบ้าง และอย่างไร

3.1.3 กำหนดเนื้อหาของข้อสอบ (Item Content) โดยแปลงตารางวิเคราะห์หลักสูตรแต่ละช่องออกมาเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) จนครบทุกช่อง ตามน้ำหนักของแต่ละช่องให้สัมพันธ์กับจำนวนข้อของแบบทดสอบ

3.1.4 เลือกแบบของข้อสอบ (Item Type) ที่เหมาะสม โดยพิจารณาถึงรายวิชาที่จะสร้างว่าควรใช้แบบใดจึงจะเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ การตรวจให้คะแนน การพิมพ์ การดำเนินการสอบ ประหยัด วัสดุได้คุ้ม ให้ค่าความเชื่อมั่นและความตรงสูง สำหรับการเลือกแบบของข้อสอบว่าจะเก็บแบบใด ควรยึดหลักดังนี้

- 1) สามารถออกข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 2) ตรวจง่าย ประหยัดเวลา และงบประมาณในการตรวจ
- 3) สะดวกต่อการให้คะแนนและคะแนนที่ได้มีความเป็นปรนัย

3.1.5 กำหนดระดับความยากและการแจกแจงความยากข้อสอบ (Level and Distribution of Item difficulties) ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ เหมาะกับค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.6 กำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบ โดยพิจารณาถึงแบบทดสอบทั้งฉบับว่าควรเป็นจำนวนกี่ข้อ คำนึงถึงช่วงเวลา (Time Limit) ที่ใช้ในการตอบแบบทดสอบทั้งฉบับ และคำนึงถึงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่าควรจะมีมากข้อจึงจะมีความเชื่อมั่นสูง

3.1.7 กำหนดผู้เขียนและผู้ตรวจสอบบทวนข้อสอบ โดยต้องคำนึงถึงความสามารถ ประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญในการเขียนข้อสอบ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการวัดผลและมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นเป็นอย่างดี

3.1.8 กำหนดตารางดำเนินงานแต่ละขั้นตอน เพื่อให้งานดำเนินไปตามแผนและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตั้งแต่เริ่มวางแผนจนกระทั่งจัดพิมพ์แบบทดสอบมาตรฐานเสร็จสิ้น

3.2 เขียนข้อสอบและตรวจทานข้อสอบ (Item Writing and Item Review) ในการลงมือเริ่มเขียนข้อสอบนั้น ผู้เขียนข้อสอบต้องเตรียมตัวและปฏิบัติดังนี้

- 3.2.1 มีความรู้ที่จะเขียนข้อทดสอบได้อย่างเชี่ยวชาญ
- 3.2.2 มีความรู้และเข้าใจเรื่องการวัดผลเป็นอย่างดี
- 3.2.3 มีทักษะในการเขียนข้อทดสอบ
- 3.2.4 ควรเขียนให้อยู่ในแนวของตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จก็ต้องมีการตรวจทานข้อสอบตามเกณฑ์ลักษณะข้อสอบที่ดี และวิเคราะห์ ตรวจทาน แก้ไข และปรับปรุงตรงจุดที่เห็นว่าเป็นข้อบกพร่อง

3.3 จัดฉบับแบบทดสอบ เริ่มด้วยการพิจารณาข้อสอบทั้งหมด แล้วประมาณความยากของข้อสอบแต่ละข้อ จัดเรียงเข้าเป็นฉบับเพื่อทดสอบ ทดสอบ ขณะที่ยังจัดฉบับก็ต้องพิจารณาความเหมาะสม ข้อบกพร่อง ไปในตัวด้วย เช่น ข้อสอบอาจพ้องกัน เน้นคำตอบกัน รวมถึงพิจารณา รูปแบบ และส่วนประกอบอื่น เช่น การวางหน้า คำชี้แจง เป็นต้น หลังจากนั้นจึงนำไปจัดพิมพ์เพื่อทดสอบต่อไป

3.4 ขั้นทดลองสอบ (Tryout) และปรับปรุงข้อสอบ ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบเบื้องต้น โดยนำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่างของประชากรของแบบทดสอบนั้น นำผลการสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม วิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับทั้งในแง่กายภาพและแง่สถิติ เช่น พิจารณาการเรียงอันดับข้อคำถาม ค่าสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในการวัดด้วย แล้วจึงปรับปรุงการจัดฉบับใหม่ ใช้ค่าความยากที่วิเคราะห์เป็นรากฐานในการจัดฉบับใหม่ แล้วนำไปทดลองซ้ำ วิเคราะห์ปรับปรุงซ้ำแล้วซ้ำอีกจนแน่ใจว่าข้อสอบแต่ละข้อมีคุณภาพสูง

3.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ภายหลังจากการปรับปรุงข้อสอบในขั้นสุดท้าย นำแบบทดสอบนั้นไปทำการสอบอีกครั้งหนึ่งกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่พอควร (ควรมีจำนวนตั้งแต่ 1,000 คนขึ้นไป) โดยให้ครอบคลุมคุณลักษณะทุกอย่างของประชากรให้ครบถ้วนเพื่อประเมินคุณภาพทั้งฉบับแล้วหาค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความตรง ค่าความเชื่อมั่น ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน นอกจากนี้ในขั้นตอนนี้ยังเก็บขั้นตอนที่นำผลการสอบไปสร้างเกณฑ์ปกติต่อไป

3.6 สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) เมื่อได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสูงแล้ว นำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากรของแบบทดสอบนั้น โดยกลุ่มตัวอย่างนั้นจะต้องมีขนาดใหญ่พอ เช่น อาจจะใช้ขนาดตั้งแต่ 1,000 คนขึ้นไป แต่ถ้าเป็นประชากรเล็กลงระดับท้องถิ่น ก็อาจเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เล็กลงได้ การเลือกกลุ่มตัวอย่างอาจใช้กลุ่มตัวอย่างสุ่ม (Random Sample) หรือการสุ่มเป็นชั้น (Stratified Random Sample) ก็ได้ แต่นิยมใช้แบบหลังเพราะสามารถแบ่งชั้นได้หลายแบบทั้งแก่พื้นที่ แบบประเภทโรงเรียน ทำให้สามารถเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนกลุ่มประชากรได้ดี ขั้นการออกเกณฑ์ปกตินี้จะต้องดำเนินการอย่างเคร่งครัดละเอียดถี่ถ้วนตามคำชี้แจงทุกประการ แล้วจึงนำคะแนนที่ได้มาแจกแจง แปลงเป็นคะแนนรูปอื่น

3.7 สร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบ (Test Manual) โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ บอกรหัสใช้ วิธีดำเนินการสอบ วิธีแปลความหมายคะแนน วิธีตรวจข้อสอบ และวิธีนำผลการสอบไปใช้

3.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ โดยการสำรวจตรวจสอบแต่ละข้ออีกครั้ง การจัดวางรูปข้อคำถาม และรูปภาพ (ถ้ามี) ให้สวยงาม เป็นระเบียบเหมาะสมกับหน้ากระดาษ การเว้นวรรคตอนให้ถูกต้องเหมาะสม

4. วิธีดำเนินการสอบสำหรับแบบทดสอบมาตรฐาน

การที่จะทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะขึ้นอยู่กับตัวแบบทดสอบแล้ว องค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การดำเนินการสอบ เพราะการดำเนินการสอบที่เป็นมาตรฐานจะก่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้สอบโดยทั่วกัน ทำให้ผลคะแนนที่ผู้สอบบอกถึงความสามารถอันแท้จริงของผู้สอบ ผู้ควบคุมการสอบจึงต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อมก่อนที่จะดำเนินการสอบ โดยทั่ว ๆ ไป แบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 342 – 348 และ บุญธรรม กิจปริคาบวิสุทธิ, 2535 : 496-497)

ระยะที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอบ

ผู้ดำเนินการสอบจะต้องมีการจัดเตรียมก่อนการสอบในเรื่องดังนี้

1. กำหนดวัน เวลา สถานที่ และห้องสอบ จะต้องกำหนดแผนการสอบให้เรียบร้อยอย่างรอบคอบ แล้วแจ้งให้ผู้สอบทราบล่วงหน้าถึงวิชาที่สอบพร้อมกับวัตถุประสงค์ของการสอบวิชานั้นๆ พร้อมกับแจ้งสถานที่ ห้องสอบ วัน และเวลาที่สอบ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้สอบจะได้เตรียมตัวได้อย่างถูกต้อง

2. การจัดเตรียมห้องสอบ ควรจัดให้มีสภาพเหมาะสมกับการทดสอบให้มากที่สุด เช่น ไม่ร้อนอบอ้าว ไม่อับชื้น หรือมีคสั่ว ไม่มีเสียงรบกวน โต๊ะม้านั่งมีขนาดพอดีกับผู้เข้าสอบ

3. กำหนดจำนวนผู้เข้าสอบ การทดสอบในแต่ละห้องควรมีผู้เข้าสอบจำนวนไม่เกินห้องละ 30 – 40 คน โดยมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วยอีก 1 คน (ถ้ามี) แต่ถ้าเป็นห้องสอบขนาดใหญ่ จะต้องจัดให้มีกรรมการช่วยควบคุมการสอบเพิ่มขึ้นอีก จัดที่นั่งให้ห่างพอสมควร เรียงลำดับเลขที่สอบให้เรียบร้อย