

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการสร้างเกณฑ์
ปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์
- 2.5 เกณฑ์ปกติ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การศึกษาคณิตศาสตร์ สำหรับหลักสูตรการศึกษาแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้
เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ทักษะและ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถนำไป
เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์จึงมีบทบาท
สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ
มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์
วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คณิตศาสตร์
จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่าง
มีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มหนึ่งในมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ซึ่งได้กำหนดให้ผู้เรียน มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิด การแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยง ในการดำเนินชีวิต มีความคิดสร้างสรรค์ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง มีทักษะและศักยภาพในการสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีตลอดทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เป็นสาระพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็น วิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล คิดเชื่อมโยง คิดอย่างมีวิจารณญาณ และเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมา กาย ในทุกวันนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550 : 1)

2.1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้ อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1) จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวน จริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ จำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2) การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยการวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

4) พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรม เลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.2 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นลักษณะนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำนิยาม คำอธิบาย สัจพจน์ และทฤษฎีบท ต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบ แบบแผน เป็นเหตุเป็นผลและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดระหว่างความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2540 : 1) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม อาศัยการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลปราศจากข้อขัดแย้งใด ๆ คณิตศาสตร์เป็นระบบที่มีความคงเส้นคงวา มีความเป็นอิสระและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ดังนั้นจึงสามารถสรุปธรรมชาติของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept) ความคิดรวบยอดนี้เป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ของสองหมู่ ถ้าจับหนึ่งต่อหนึ่งได้พอดี แสดงว่าจำนวนเท่ากัน

2) คณิตศาสตร์เป็นนามธรรม (Abstract) เป็นเรื่องของความคิด คำทุกคำ ประโยคทุกประโยคในวิชาคณิตศาสตร์ว่าด้วยนามธรรมทั้งสิ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากนิยามที่เป็นนามธรรม เช่น 1 เป็นอนันต์ซึ่งเป็นนามธรรม

3) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความคิดเป็นเครื่องมือในการฝึกสมอง ช่วยในการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น $+$, $-$, $\times$, $\div$

4) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งมีการกำหนดสัญลักษณ์ที่รัดกุมสื่อความหมายที่ถูกต้องเพื่อแสดงความหมายแทนความคิด เช่นเดียวกับภาษาอื่น ๆ เช่น $5 - 2 = 3$ ทุกคนต้องมีความเข้าใจว่าหมายถึงอะไร จะได้คำตอบเป็นอย่างเดียวกัน

5) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นตรรกศาสตร์ มีการแสดงเป็นเหตุเป็นผลต่อกันทุกขั้นตอนของความคิดจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มีความสัมพันธ์กัน เช่น $2 \times 3 = 3 \times 2$

6) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัยอยู่ในตัวเอง มีความถูกต้องเที่ยงตรง สามารถพิสูจน์หรือทดสอบได้ด้วยเหตุผลและการใช้กฎเกณฑ์ที่แน่นอน เช่น $4 + 1 = ?$

7) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบจำลองและศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏต่าง ๆ มีการพิสูจน์ ทดลอง หรือสรุปอย่างมีเหตุผลตามความจริง

8) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์คือ ความมีระเบียบแบบแผนและความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน

9) คณิตศาสตร์มีความเป็นกรณีทั่วไป เป็นวิชาที่มุ่งหากรณีทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ แทนที่จะหากรณีเฉพาะเท่านั้น เช่น เมื่อ $2 \times 3 = 3 \times 2$ กรณีทั่วไปจะได้ว่า $a \times b = b \times a$

10) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ในรูปที่สมบูรณ์แล้วจะเริ่มด้วยธรรมชาติ ซึ่งอาจจะเป็นทางฟิสิกส์ ชีววิทยา เศรษฐศาสตร์ จิตวิทยา ธุรกิจ เราพิจารณาเนื้อหาเหล่านี้แล้วสรุปในรูปนามธรรม สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์นั้น ๆ

2.1.3 ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

พิสมัย ศรีอำไพ (2545 : 6) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประการ คือ

1) ประโยชน์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้สามารถบวก ลบ คูณ หารเป็น คูเวลาเป็น การคำนวณระยะทางเป็นเครื่องมือปลูกฝังและอบรมให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบชัดเจน มีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นความสามารถที่ใช้ในชีวิตประจำวันของทุกคน ทุกระดับและทุกอาชีพ

2) ประโยชน์ในแง่ที่ใช้ประเทืองสมอง ช่วยฝึกให้เป็นคนฉลาดขึ้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เราหาประสบการณ์ได้โดยสมอง จึงเป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์ช่วยเพิ่มสมรรถภาพให้กับสมอง มีความสามารถในการคิด ในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ชนนาค เชื้อสุวรรณเทวี (2542: 6-7) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

1) ความถนัดของผู้เรียน (Aptitude) ถ้าผู้เรียนมีความถนัดและมีความพร้อมตลอดจนมีเจตคติที่ดี จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้สูง

2) คุณลักษณะของผู้เรียน เช่น ความเชื่อมั่นในตัวเอง ความมีเหตุผล ความเป็นระเบียบละเอียดรอบคอบ รวมทั้งจะต้องมีสมาธิ มีความเพียรพยายาม และมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ

3) บรรยากาศการเรียนการสอน (Academic Atmosphere) ควรสร้างบรรยากาศที่อบอุ่นเป็นมิตร รับฟังความคิดเห็นคำถามต่าง ๆ ของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอนควรดำเนินไปในลักษณะ two-way-communication

4) การได้ผลความก้าวหน้าของการเรียนเป็นระยะ ๆ (Feedback and Formative Evaluation) จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเอง ปรับปรุงตนเอง ตลอดจนผู้สอนก็จะได้ทราบจุดบกพร่องของผู้เรียนเป็นรายบุคคลต่อไป

2.1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระและมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

- มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
- มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

- มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
- มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

- มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
- มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

- มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
- มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล
- มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.5 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อผู้เรียน จบ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 4)

- 1) มีความรู้ความเข้าใจและความรู้ลึกซึ้งจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้
- 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนที่ และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
- 3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน
- 4) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวแปรค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้
- 5) รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแบ่ง เปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแบ่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้
- 6) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ

ความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังพบปัญหาที่เกี่ยวกับเครื่องมือวัดอยู่ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือที่วัดไม่ตรงจุดประสงค์ เครื่องมือขาดคุณภาพ ผลของการวัดในแต่ละครั้งจึงไม่มีความน่าเชื่อถือ และการนำผลการวัดไปใช้ในการแปลผลพฤติกรรมความสามารถของผู้เรียนอาจคลาดเคลื่อน

2.1.6 แนวทางการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกระบวนการเก็บรวบรวม ตรวจสอบ ตีความผลการเรียนรู้และพัฒนากิจการด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด ของหลักสูตร วิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ให้บรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนรู้ที่วางไว้มีแนวทางดังต่อไปนี้

- 1) ต้องวัดทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมรวมทั้งโอกาสในการเรียนของผู้เรียน
- 2) วิธีการวัดผลและประเมินผล ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- 3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลตามความเป็นจริง และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
- 4) ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผล และลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
- 5) การวัดผลต้องเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

2.1.7 วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 1) เพื่อวินิจฉัยความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมของผู้เรียนและเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มศักยภาพ
- 2) เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้น้อยเพียงใด
- 3) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

2.1.8 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1) การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

2) การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานตัวชี้วัด ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3) การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรของสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

3.1) สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้องค์ความรู้หลายเรื่อง

3.2) ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลายวิธี

3.3) เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

3.4) งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป

3.5) งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย

5) การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้หรืออื่นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน

2.1.9 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แบ่งสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 6 สาระ และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วยตัวชี้วัด 6 ตัวชี้วัด การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นจึงขอกล่าวเฉพาะตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ คือ ตัวชี้วัดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ซึ่งสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551 : 55) ได้กำหนดไว้ดังนี้

- 1) นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยง ในสาระคณิตศาสตร์
- 2) นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

ซึ่งผู้วิจัยได้สนใจศึกษาเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในสาระคณิตศาสตร์ นั่นก็คือการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งที่กำหนดไว้ในสาระที่ 6 ของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 3)

2.2.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 80) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับความรู้อื่น ๆ หรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 83) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์ อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่ เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1991, อ้างในอรอนันต์ ชูช่วยสุวรรณ, 2552 : 10) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง ความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำ คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ปจรรย์ ไทรนาม, 2549 : 18)

การเชื่อมโยง เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ทั้งระหว่างสิ่งของ คน หรือแนวคิด ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาในการนำสิ่งต่าง ๆ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน (โพธิ์ทิพย์ วัชรสวัสดิ์, 2547 : 8)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยง ความรู้ใหม่ ความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2554 : 60)

การเชื่อมโยง เป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมี ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือมโนทัศน์ภายในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกันได้ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือการดำเนินชีวิตในโลก แห่งความเป็นจริง (Kennedy and Tipps, 1994, อ้างในอนเนก มีสุทธิเดช, 2548 : 43)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงในสาระและสาระอื่น ๆ ตลอดจน นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม

2.2.2 รูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 84) จำแนกการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามลักษณะการเชื่อมโยงได้ 2 แบบ ดังนี้

1) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีที่คิดขึ้น และทำให้การเรียนรู้มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับพีชคณิต การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับการวิเคราะห์ข้อมูล การเชื่อมโยงสาระการวัด เรขาคณิตกับพีชคณิต และด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหาโดยการนำวิธีการเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมาใช้ในการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่โดยวิธีการวิเคราะห์จากกราฟ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละโดยวิธีการเขียนสมการ การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยวิธีการหาร

2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics , 1991, อ้างในอรุณชัย ชูช่วยสุวรรณ, 2552 : 10) แบ่งการเชื่อมโยงออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมาย

2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้เนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้งกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์

สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไปจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

จากข้อมูลที่กำลังมาข้างหน้าทั้งสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งรูปแบบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ที่ตรงกัน

2.2.3 มาตรฐานของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (1989, อ้างในนงลักษณ์ แก้วมาลา, 2546 : 18) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเกรด 5 - 8 ซึ่งนักเรียนทุกคนมีความสามารถ ดังนี้

- 1) มองคณิตศาสตร์ในภาพรวม
- 2) สำรวจปัญหาและบรรยายผลที่ได้ โดยใช้กราฟ จำนวน ลักษณะทางกายภาพ พืชคณิต และรูปแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยคำพูดหรือการนำเสนอข้อมูล
- 3) ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ
- 4) ประยุกต์ความคิดทางคณิตศาสตร์และรูปแบบในการแก้ปัญหา ซึ่งพบในศาสตร์อื่น ๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ
- 5) ตระหนักในคุณค่าของบทบาทคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรม

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (2000, อ้างในนงลักษณ์ แก้วมาลา, 2546 : 18) กล่าวถึง มาตรฐาน ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากอนุบาลไปถึงเกรด 12 เป็นโปรแกรมการศึกษาเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความสามารถ

- 1) ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 2) เข้าใจแนวทางการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันและสร้างแนวคิดต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
- 3) ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นนอกจากเนื้อหาคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 19) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนทุกคนมีความสามารถ ดังนี้

- 1) เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
- 2) เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

- 3) หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 4) เชื่อมโยงความรู้แต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โนทัศน์ที่ซับซ้อน
- 5) สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

Hodgson (1995) กล่าวว่า มาตรฐานในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด การใช้ในหลักสูตรอื่น การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การเห็นคณิตศาสตร์ในฐานะที่รวมทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน การใช้การคิดทางคณิตศาสตร์และโมเดลเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง การใช้การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์ การจำแนกตัวแทนที่เปลี่ยนแทนกันได้ของความคิดรวบยอดที่เหมือนกัน

Evitts (2004) กล่าวถึง มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ได้แก่

- 1) การเชื่อมโยงเชิงโมเดล (Modeling Connections) เป็นสิ่งที่เชื่อมต่อระหว่างโลกของคณิตศาสตร์ และโลกของความเป็นจริงของนักเรียน
- 2) เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง (Structural Connections) คือ การอาศัยโครงสร้างที่เหมือนกันจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกันระหว่างสองแนวคิดจากการวางลำดับของเนื้อหา
- 3) เชื่อมโยงทางการแสดงแทน (Representational Connections) คือ การแสดงถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่แทนความเข้าใจของนักเรียนซึ่งแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ จำนวน สัญลักษณ์ และรูปภาพ
- 4) เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด (Procedure-Concept Connections) คือ ความสัมพันธ์ของความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดและที่เป็นขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายหลักการ และเขียนสูตรได้
- 5) เชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ (Connection Between Strands of Mathematics) คือ การมองสถานการณ์ปัญหา แล้ววิเคราะห์จากสถานการณ์ เพื่อสามารถอ้างอิงสิ่งที่ทำไปยังเนื้อหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยพิจารณามาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิด Evitts (2004)

2.2.4 ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เจนสมุท แสงพันธ์ (2549) ได้กล่าวว่าแม้เนื้อคณิตศาสตร์จะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ แต่นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์มักจะสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ทั้งระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เขาสนใจเป็นพิเศษ การมีมุมมองทางคณิตศาสตร์ลักษณะเชื่อมโยงเป็นภาพรวมเช่นนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า คณิตศาสตร์ไม่ใช่ทักษะที่ถูกแยกออกมาเดี่ยว ๆ หรือเป็นกฎเกณฑ์ที่ถูกตัดขาดออกจากความรู้ของสิ่งอื่น ๆ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544 : 200) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง ว่ามีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้วิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้างานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงิน ใช้จ่ายในช่วงบั้นปลายของชีวิต

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (1989, อ้างในนงลักษณ์ แก้วมาลา, 2546 : 19) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นทั้งในโรงเรียนและในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าและร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ ความสามารถในการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา อภิปราย สร้างแบบจำลองข้อเท็จจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอของปัญหาช่วยให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้

อัมพร ม้าคะนอง (2547 : 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าความสำคัญของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสามารถนำความรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง

และประยุกต์ในการเรียนสาขาวิชาอื่น ๆ ตลอดจนไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

2.3 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ตามช่วงชั้นและคุณภาพของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตลอดจนสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสถานศึกษา เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวทางดำเนินงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ครอบคลุมเจตคติทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้ เพื่อสรุปผลงานที่ปฏิบัติตามสภาพจริงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 29)

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อวัดและประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในทุกรายวิชา ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และทุกระดับชั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วยชุดของข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อให้ผู้วัดและประเมินผู้เรียนได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยรูปแบบของข้อสอบมีอยู่หลากหลาย เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบถูกผิด ข้อสอบแบบจับคู่และแบบเปรียบเทียบ และข้อสอบแบบเขียนตอบ ผู้วิจัยจึงศึกษาหลักการในการสร้างแบบทดสอบและลักษณะของข้อสอบแต่ละรูปแบบ เพื่อให้สามารถสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพ และใช้วัดผลประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.1 หลักการในการสร้างแบบทดสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 30) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานตัวชี้วัดและเนื้อหาที่ต้องการวัด
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 3) กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มตามศักยภาพ

- 4) กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ
- 5) สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างข้อสอบ และความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
- 6) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัยของข้อสอบ

การสร้างเครื่องมือจะต้องมีการวางแผนการสร้าง (ฤตินันท์ สมุทร์ทัย, 2545 : 100) โดยสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

- 1) รู้จุดมุ่งหมายของการวัด ก่อนที่จะสร้างเครื่องมือจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการวัดว่าวัดเพื่ออะไร เพราะถ้าจุดมุ่งหมายของการวัดต่างกัน แนวของเครื่องมือก็แตกต่างกัน
- 2) วิเคราะห์หลักสูตร (Curriculum Analysis) ได้แก่ การแยกแยะความมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาในหลักสูตรว่ามีรายละเอียดปลีกย่อยอะไรบ้าง การวิเคราะห์ความมุ่งหมาย คือ การเอาความมุ่งหมายในหลักสูตรมาวิเคราะห์แยกแยะดูทีละข้อว่ามุ่งหมายอย่างนั้น ต้องการให้นักเรียนเรียนไปแล้วเกิดพฤติกรรมด้านใดและระดับใดบ้าง พฤติกรรมนั้น ๆ เด็กแสดงออกได้ด้วยวิธีไหน และจะมีวิธีวัดได้อย่างไร
- 3) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดสิ่งที่จะวัดในทางการศึกษา ก็คือการกำหนดลักษณะพฤติกรรมนั่นเอง ซึ่งตัวลักษณะเชิงพฤติกรรมเหล่านี้กำหนดได้จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรโดยเฉพาะในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องกำหนดลักษณะออกมาให้ได้ว่ามีพฤติกรรมลักษณะใดบ้าง วิธีที่จะกำหนดลักษณะสิ่งที่จะวัดจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือรายวิชา จึงจำเป็นที่ต้องทำการวิเคราะห์หาลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาให้ได้ ซึ่งต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า การวิเคราะห์หลักสูตรหรือการวิเคราะห์รายวิชา
- 4) สร้างเครื่องมือ หลังจากทำการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจะทำให้เราทราบว่าเราต้องสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมในด้านใดบ้าง และแต่ละด้านจะวัดอะไร ซึ่งถ้าเป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่ก็คือ ข้อสอบอาจเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยโดยให้พิจารณาจากเนื้อหาและจุดประสงค์ ถ้าเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัย การวัดอาจทำได้โดยการสังเกตหรือการให้รายงานตนเอง เครื่องมือที่ต้องสร้างก็คือ แบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ หรือแบบสอบถาม และถ้าเป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย การวัดอาจทำได้โดยการให้ลงมือปฏิบัติงานหรือการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน เครื่องมือที่เหมาะสมน่าจะเป็นแบบบันทึกการสังเกตแบบประเมินการปฏิบัติงาน

5) ทดลองใช้ หลังจากสร้างเครื่องมือแล้วควรมีการนำไปทดลองใช้ก่อนใช้จริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ นั้น ๆ ว่ามีคุณภาพตามที่ต้องการแล้วหรือไม่

6) วิเคราะห์หาคุณภาพ การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือเป็นขั้นตอนต่อจากการทดลองใช้ คือการนำเอาผลการทดลองมาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเชื่อมั่น ความยากง่าย อำนาจจำแนก ฯลฯ

7) นำไปใช้จริง จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ อาจพบว่ายังมีคุณภาพไม่ตรงตามที่ต้องการ หากสามารถปรับปรุงได้ ควรทำการปรับปรุงและถ้ายังไม่แน่ใจว่าจะมีคุณภาพตามที่ต้องการหรือไม่ อาจต้องนำไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพจนได้คุณภาพตามที่ต้องการแล้วจึงจะนำไปใช้จริงในโอกาสต่อไป

การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพจะต้องคำนึงถึงรูปแบบของข้อสอบด้วย ข้อสอบแต่ละรูปแบบมีลักษณะเฉพาะและมีจุดประสงค์ในการใช้ที่แตกต่างกัน จากการศึกษาแนวทางการสร้าง ข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบเหล่านั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้และสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ และเติมคำตอบแบบสั้น ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นรูปแบบผสมเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสดูแลความรู้ความสามารถอย่างเต็มตามศักยภาพ

2.3.2 รูปแบบของข้อสอบที่ใช้ในแบบทดสอบ

1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 32) ได้กล่าวถึงข้อสอบแบบเลือกตอบว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การประเมินตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจ ในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2526 : 122) กล่าวว่า ลักษณะโดยทั่วไปของข้อสอบแบบเลือกตอบ จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถาม และคำตอบ ตัวคำถามของข้อสอบแบบเลือกตอบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ความสามารถต่าง ๆ ตามที่ผู้ถามต้องการ ซึ่งจะวัดตั้งแต่ความจำผิวเผินไปจนถึงวัดพฤติกรรมที่ลึกซึ้ง คือการประเมินค่า คำถามแต่ละข้อจะถามเฉพาะจุดเล็ก ๆ ของเนื้อหา ดังนั้นจึงมีจำนวนมากข้อ ส่วนคำตอบของคำถามประเภทนี้ผู้ตอบต้องใช้เวลาในการคิดและการตอบเป็นส่วนใหญ่ การตอบจะใช้เวลาสั้นซึ่งอาจทำเครื่องหมายบนคำตอบที่ต้องการ

ภัทรา นิคมานนท์ (2540 : 88-100) กล่าวว่า แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) เป็นแบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่า แบบทดสอบปรนัยแบบอื่น แบบทดสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ตอนนำ หรือตัวคำถาม (Stem) และตัวเลือก (Choice หรือ Distracters) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวถูก (Correct Choice) และตัวลวง (Decoys หรือ Distracters)

1.1) หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 32) ได้กล่าวถึง ข้อสอบแบบเลือกตอบว่าเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก โดยทั่วไปจะมีตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ซึ่งมีแนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

(1) การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- (1.1) สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย
- (1.2) ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยการทำตัวหนา หรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ
- (1.3) คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่ง จะต้องไม่ขึ้นหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามของอีกข้อหนึ่ง
- (1.4) หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ขึ้นนำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด
- (1.5) แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์หามีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ

(2) การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- (2.1) ตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน และมีความยาวใกล้เคียงกัน

- (2.2) ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก
- (2.3) ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อถูก” (เพราะ เป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)
- (2.4) ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

ภัทธา นิคมานนท์ (2540 : 88-100) กล่าวถึง แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ที่ดีนั้น ตัวเลือกทุกตัวจะมีน้ำหนักพอ ๆ กัน ถ้าไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริงจะเห็นว่าถูกหมดทุกข้อ และในการสอบแต่ละครั้ง ตัวเลือกแต่ละตัวจะมีโอกาสถูกเลือกพอ ๆ กัน สำหรับแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีลักษณะถูกหรือผิดอย่างเด่นชัดทำให้แบบทดสอบขาดคุณค่าและขาดคุณลักษณะความเป็นปรนัย อันเป็นคุณสมบัติสำคัญของแบบทดสอบประเภทนี้

- (1) หลักในการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ดังนี้
 - (1.1) เขียนตัวคำถามหรือตอนนำให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์
 - (1.2) เน้นเรื่องที่ถามให้ชัดเจนและตรงจุด
 - (1.3) ใช้ภาษาให้เหมาะกับระดับผู้สอบ
 - (1.4) คำถามควรสั้นและชัดเจน
 - (1.5) พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน
 - (1.6) ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม
 - (1.7) ใช้คำถามให้คู่มงานสอบ
 - (1.8) ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว
 - (1.9) เขียนตัวถูก-ผิด ให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา
 - (1.10) เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระขาดจากกัน
 - (1.11) เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข
 - (1.12) พยายามใช้รูปภาพช่วย
 - (1.13) หลีกเลี่ยงคำถามที่แนะนำคำตอบ

(2) หลักเกณฑ์ในการเขียนตัวเลือก (วรรณญา วิชาลาภรณ์, 2533 : 131-137)

(2.1) ตัวเลือกควรจะเป็นเอกพจน์หรืออยู่ในตระกูลเดียวกัน

(2.2) ตัวเลือกทุกตัวควรจะมีที่พาดำเนินการ

(2.3) ตัวเลือกควรมีความยาวใกล้เคียงกัน

(2.4) ตัวเลือกควรจะเป็นคำที่สามารถต่อความกับตัวปัญหาได้อย่าง
สอดคล้องและถูกหลักภาษา

(2.5) ตัวเลือกแต่ละตัวควรจะเป็นอิสระแก่กัน

(2.6) ควรหลีกเลี่ยงคำที่ขึ้นเนาะคำตอบ

(2.7) ควรหลีกเลี่ยงตัวเลือกแบบปลายปิดปลายเปิด

(2.8) ถ้าใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” เป็นตัวคำตอบควรเขียนเป็น
ตัวเลือกตัวแรก

(2.9) ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข

(2.10) ควรเลี่ยงการใช้ตัวซ้ำในตัวเลือก

(2.11) ให้คำตอบถูกมีเพียงข้อเดียว

(2.12) ให้ความถูกต้องเป็นสากล

(2.13) ควรจะกระจายตำแหน่งของตัวถูกหรือคำตอบ

(2.14) เขียนตัวเลือกด้วยภาษาที่เหมาะสมกับระดับนักเรียน

(2.15) ควรจะมีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก

(3) การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

(3.1) ทำเฉลยไว้ล่วงหน้า

(3.2) ตรวจด้วยมือหรือตรวจได้ด้วยเครื่อง

(3.3) ข้อสอบแต่ละข้อควรมีคะแนนเท่ากัน

(3.4) ถ้าจะหักคะแนนข้อผิดควรบอกนักเรียนล่วงหน้าก่อน
ที่จะทำการสอบ

บุญเชิด ภิณ โยอนันตพงษ์ (2526 : 122) กล่าวถึงลักษณะข้อสอบ
แบบเลือกตอบจะประกอบด้วยโจทย์หรือข้อความที่เป็นประโยคที่สมบูรณ์เป็นคำถาม (Stem)
เพื่อวัดความรู้ความสามารถและตัวเลือกตั้งแต่ 3 ตัวเลือกขึ้นไปอีก 1 ชุด รวมเป็น 1 ข้อ ในตัวเลือกนั้น
จะมีทั้งคำตอบถูก (Key) และคำตอบผิด (Distracter) ที่เป็นตัวลวงมาให้นักเรียนพิจารณา มีหลักการ
สร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

- (1) คำถามควรเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์เพื่อจะช่วยให้มีความชัดเจน และ เข้าใจง่ายกว่าประโยคบอกเล่า
- (2) เน้นจุดที่เป็นคำถามให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเป็นปรนัย
- (3) หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะปฏิเสธซ้อน แต่ถ้าจำเป็นต้อง ใช้ประโยคปฏิเสธควรขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน
- (4) การถามคำถามจะต้องสั้น กระชับรัดและได้ใจความ ไม่ควรใช้คำฟุ่มเฟือย
- (5) ถามในสิ่งที่มีประโยชน์ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งที่ดีงาม เป็นการปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์
- (6) ถามในสิ่งที่สามารถหาข้อยุติได้ตามหลักวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด ไม่ถามในสิ่งที่เป็นความเชื่อ
- (7) ควรถามพฤติกรรมที่ต้องใช้ความคิด และควรหลีกเลี่ยงการถามความจำจากตำรา
- (8) ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เพราะถ้าใช้ภาษาที่ยากเกินไป ผู้เรียนก็จะไม่สามารถที่จะเข้าใจในความหมาย จึงไม่สามารถทำข้อสอบนั้นได้
- (9) ควรใช้คำถามที่ช่วยให้เด็กขวนคิด และบางครั้งคำถามหรือตัวเลือกอาจเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ สถานการณ์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนอยากทำ
- (10) ตัวเลือกควรสั้น กระชับรัด และมีความหมาย คำฟุ่มเฟือยตัดทิ้ง
- (11) ตัวเลือกแต่ละตัวควรมีความยาวเท่า ๆ กัน ถ้าตัวเลือกยาวไม่เท่ากัน ควรเรียงจากสั้นไปหายาว แต่ทั้งนี้ถ้าเป็น วัน เดือน พ.ศ. ตัวเลขหรือจำนวน ให้เรียงจากน้อยไปหามาก
- (12) หลีกเลี่ยงการเขียนตัวเลือกซ้ำซ้อนกัน หรือมีความหมายเหมือนกัน เพราะจะทำให้ตัวเลือกมีคุณค่าลดน้อยลง
- (13) ตัวเลือกเป็นเอกพจน์กัน (Homogeneity) หรือไม่ก็มีโครงสร้างสอดคล้องกัน
- (14) ควรระมัดระวังการใช้ตัวเลือกประเภท ปลายเปิด และปลายปิด ซึ่งได้แก่ ถูก ทุกข้อ ไม่มีข้อถูก ผิดทุกข้อ สรุปแน่นอนไม่ได้ เป็นต้น
- (15) หลีกเลี่ยงการแนะคำตอบ เพราะเพียงแต่เด็กสังเกตก็สามารถหาคำตอบได้โดยไม่ได้ใช้ความคิดเลย

- (16) ไม่ควรถามในสิ่งที่เด็กคล่องปาก
- (17) ควรกระจายตัวเลือกที่เป็นตัวถูกให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน และแต่ละตัวเลือกควรมีโอกาสเป็นตัวถูกในจำนวนที่เท่า ๆ กัน
- (18) หลีกเลี่ยงการเขียนตัวถูกที่ฟ้องเสียงหรือฟ้องความหมายกับตัวคำถาม เพราะ จะเป็นการแนะคำตอบ

1.2) ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- (1) มีความเป็นปรนัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและได้ผลตรงกัน
- (2) ตรวจให้คะแนนได้สะดวกและใช้เวลาน้อย
- (3) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้จากค่าความตรงของเนื้อหา ความยากง่ายและอำนาจจำแนก
- (4) ปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามและตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป
- (5) วัดได้ทุกสาระการเรียนรู้
- (6) ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบรูปแบบอื่น

จากหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบข้างต้น สรุปได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ จะต้องสร้างคำถามที่มีลักษณะสั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย คำถามแต่ละข้อต้องเป็นอิสระต่อกัน โดยไม่ให้การตอบคำถามของข้อหนึ่งชี้แนะหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวเลือก ควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันมีความยาวใกล้เคียงกัน กระจายคำตอบถูกของแบบทดสอบทั้งฉบับ ให้มีสัดส่วนของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน และไม่ควรใช้ตัวเลือก ถูกทุกข้อ หรือ ไม่มีข้อใดถูก

1.3) เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ

การให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ พิจารณาได้จากการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง และให้คะแนนตามที่กำหนดไว้ เช่น เลือกถูกต้องได้ 1 คะแนน เลือกผิดได้ 0 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 34)

2) ข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 44) ได้กล่าวถึงข้อสอบเขียนตอบแบบสั้นซึ่งใช้วัดผลประเมินผลได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ

และด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ลักษณะการตอบจะเป็นการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหาและการเติมคำตอบเพื่อฝึกคิดเลขในใจ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545) ได้กล่าวถึงข้อสอบแบบเติมคำตอบเป็นข้อสอบประเภทให้ตอบสั้น มีขอบเขตในการตอบ ภาควิชาถาม อาจอยู่ในรูปคำถามหรือในรูปประโยคบอกเล่าที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างไว้ให้เติมคำ หรือข้อความ ให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ เป็นข้อสอบปรนัยเพียงแบบเดียวที่นักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบเองแทนที่จะเป็นการเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดให้คำถามที่สร้างขึ้นมีได้ 2 ลักษณะ คือ

(1) สร้างเป็นประโยคคำถาม แล้วให้เติมคำตอบซึ่งอาจเป็นคำหรือข้อความในช่องว่างที่เว้นไว้ มุ่งให้ผู้ตอบเขียนคำตอบขึ้นเองทั้งหมด แต่ให้ใช้ถ้อยคำหรือข้อความที่สั้นและกระชับ ซึ่งตามปกติจะไม่ให้ตอบเกินเนื้อที่หรือช่องว่างที่เว้นไว้ให้

(2) สร้างเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์ เว้นช่องว่างให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งให้ผู้ตอบเติมคำวลี หรือประโยคที่ถูกต้องต่อจากข้อความที่ได้เขียนค้างไว้ เพื่อให้เป็นข้อความที่ครบถ้วนและตรงตามข้อเท็จจริง ใช้กับการเติมบทอาขยาน และให้คำมาแล้วเติมให้สมบูรณ์

2.1) หลักการสร้างข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น

การสร้างข้อสอบเขียนตอบแบบสั้นจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน เนื้อหาสาระ พฤติกรรมที่ต้องการวัด และเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม ควรมีการบันทึกส่วนสำคัญของการสร้างข้อสอบ 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อสอบ ประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ใช้ในการประเมินผู้เรียน และส่วนของแนวทางการให้คะแนน ประกอบด้วยแนวการตอบที่ถูกต้องและเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อเป็นแนวทางในการให้คะแนน ซึ่งจะช่วยให้การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมากขึ้น มีแนวทางการสร้างข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น เป็นดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 44)

- (1) สถานการณ์และคำถามมีความชัดเจน สั้น และใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย
- (2) ช่องว่างที่เว้นไว้ให้เติมต้องเหมาะสมกับคำตอบ
- (3) ข้อสอบข้อเดียวกัน ไม่ควรเว้นช่องว่างให้เติมคำตอบหลายแห่ง
- (4) การเติมคำตอบควรอยู่ท้ายข้อความ แต่ถ้าต้องการให้เติมคำตอบระหว่างข้อความ จะต้องเว้นช่องว่างให้พอดีกับคำตอบและควรมีความกว้างใกล้เคียงกันทุกข้อ
- (5) กำหนดคำตอบที่ถูกต้องและเกณฑ์การให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545) ได้กล่าวถึง หลักในการสร้างข้อสอบแบบเขียนตอบ แบบสั้น ดังนี้

- (1) ข้อคำถามที่สร้างขึ้นจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว หลักข้อนี้สำคัญมากและสร้างค่อนข้างยาก บางครั้งครึกคิดว่าตนเองได้สร้างข้อสอบที่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้ว
- (2) พยายามสร้างข้อสอบแต่ละข้อให้เป็นประโยคคำถามดีกว่าเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์ครั้งนี้เพราะข้อสอบที่เป็นประโยคคำถามจะมีความเฉพาะเจาะจงมากกว่า
- (3) ไม่ควรลอกข้อความจากหนังสือโดยเว้นข้อความบางตอนออก เพราะจะเป็นการเน้นที่จะวัดหรือส่งเสริมการจำมากเกินไป แทนที่จะส่งเสริมให้ใช้ความคิด
- (4) ช่องว่างที่เว้นไว้ให้เติมควรอยู่ตอนท้ายของประโยค ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนได้อ่าน ปัญหา นั้นโดยตลอด ถ้าเว้นช่องว่างไว้ตอนต้นของประโยคจะทำให้ข้อสอบยากกว่า และนักเรียนต้องใช้เวลาในการอ่านข้อสอบมากกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสอบกับ นักเรียนระดับประถม
- (5) ช่องว่างที่เว้น ให้มากพอสำหรับการตอบแต่ละข้อ ถ้าเป็นไปได้ ควรจะ เว้นให้ทุกข้อมีขนาดเท่า ๆ กัน เพราะถ้าเว้นสั้นบ้างยาวบ้างให้เท่ากับคำตอบก็จะกลายเป็นเสนอแนะ คำตอบไป
- (6) กรณีที่เป็นข้อสอบเกี่ยวกับการคำนวณ ถ้าคำตอบที่ให้นักเรียนหา มีหน่วย ครูจะต้องระบุหน่วยของคำตอบไว้ด้วย มิฉะนั้นจะได้คำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ซึ่งทำให้ ครูต้องเสียเวลามากขึ้นในการตรวจข้อสอบ
- (7) เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าต้องการให้นักเรียนตอบอย่างไร และตอบที่ ไหน เช่น จงตอบคำถามต่อไปนี้ในกระดาษคำตอบ

2.2) ข้อดีของข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบสั้น

- (1) สร้างได้ง่ายกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบจับคู่ เนื่องจากไม่ต้อง เสียเวลาในการคิดหาตัวเลือก ทำให้ข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด
- (2) มีโอกาสเดาถูกได้ยาก เนื่องจากข้อสอบประเภทนี้ผู้สอบต้องคิด และมีความรู้จริง ๆ จึงจะสามารถตอบได้ ไม่ใช่เลือกคำตอบที่มีอยู่แล้วเหมือนข้อสอบประเภทอื่น ๆ
- (3) ประหยัดเวลาในการตอบ เพราะให้ตอบสั้น ๆ ดังนั้นจึงสามารถออก ข้อสอบได้มากข้อและสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาได้

(4) ข้อสอบประเภทนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพราะสามารถวัดความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ กฎเกณฑ์ ความสามารถที่จะหาคำตอบโดยการคำนวณ ทักษะในการใช้สัญลักษณ์ สมดุลสมการเคมี ความสามารถที่จะตีความหมายของข้อมูล วัดกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง และความสามารถที่จะแปลความหมายจากรูปภาพหรือแผนภูมิที่กำหนดให้

ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบสั้น ๆ นั้น เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบ ข้อสอบลักษณะนี้จะใช้วัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และใช้วัดความสามารถในการใช้ภาษาที่ผู้เรียนจะต้องประมวลความคิดและเหตุผล เพื่อสรุปเป็นคำตอบที่เป็นข้อความสั้น ๆ

2.3) การตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น

เนื่องจากการตอบข้อสอบเขียนตอบแบบสั้นนี้อาจมีการกระจายได้หลายอย่างเพราะไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัวให้ผู้ตอบเลือกตอบเหมือนข้อสอบประเภทอื่น ฉะนั้นในการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้นควรกระทำ ดังนี้

- (1) ถ้าข้อสอบข้อใดมีคำตอบได้หลายอย่าง ครูควรให้คะแนนคำตอบที่ถูกต้องทุกคำตอบ
- (2) แต่ละช่องที่ให้เติมคำตอบควรมีคะแนนเท่ากัน
- (3) ไม่ควรหักคะแนนคำตอบที่ถูกแต่สะกดผิด เนื่องจากเราต้องการวัดความรู้ความสามารถมากกว่าทักษะในการเขียนคำตอบ
- (4) ข้อที่นักเรียนตอบผิด ควรเขียนคำตอบที่ถูกไว้ก่อนจะคืนข้อสอบให้นักเรียน
- (5) เพื่อความสะดวกในการตอบ อาจให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบ เวลาตรวจให้คะแนนก็เอาคำเลขมาวางเทียบจะทำให้ตรวจเร็วขึ้น

2.3.3 คุณสมบัติที่ดีของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยจะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ถ้าเครื่องมือไม่มีความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ งานวิจัยก็เชื่อถือไม่ได้เช่นกัน

นอกจากนี้ เกียรติสุดา ศรีสุข (2551) ได้กล่าวถึง คุณสมบัติที่ดีของแบบทดสอบว่าควรมีคุณสมบัติ 10 ประการ ดังนี้

1) ความเที่ยงตรง (Validity) คือ สามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการจะวัดหรือวัดได้ตรงประเด็นที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ความเที่ยงตรงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ เครื่องมือวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด และครอบคลุมทุกเนื้อหา

1.2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) คือ เครื่องมือวัดได้ตรงตามโครงสร้าง/ทฤษฎีที่ต้องการวัด

1.3) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) คือ เครื่องมือสามารถวัดได้ตรงตามที่เป็นจริงในขณะนั้น เช่น นักเรียนคนหนึ่งเวลาเรียนเขาตอบคำถามได้ดี ก็ควรทำข้อสอบนั้นได้คะแนนดีด้วย

1.4) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) คือ เครื่องมือสามารถใช้ทำนายผลในอนาคตได้ดี

2) ความเชื่อมั่น (Reliability) คือ ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ หรือมีความคงที่ในการวัด เมื่อนำไปสอบกับนักเรียนคนหนึ่งกี่ครั้ง ๆ ก็ได้คะแนนใกล้เคียงของเดิมหรือเท่าเดิม และ Garrett (p.176 & p.29, อ้างใน ต่าย เชิญณี, 2526 : 47) ได้เสนอเกณฑ์ในการพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ควรมีเกณฑ์ ดังนี้

ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ .00 ถึง .20 ถือว่ามีความเชื่อมั่นต่ำมากหรือไม่มีเลย

ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ .21 ถึง .40 ถือว่ามีความเชื่อมั่นต่ำ

ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ .41 ถึง .70 ถือว่ามีความเชื่อมั่นปานกลาง

ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ .71 ถึง 1.00 ถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง

การหาความเชื่อมั่นสามารถหาได้หลายวิธีแล้วแต่ความเหมาะสมในการหาคุณภาพของเครื่องมือ เช่น วิธีการสอบซ้ำ วิธีการใช้เครื่องมือคู่ขนาน วิธีการแบ่งครึ่งซึ่งหาได้หลายวิธีจากสูตร ต่าง ๆ และวิธีการหาความเป็นเอกพันธ์ภายใน ซึ่งคำนวณได้หลายวิธีโดยการหาความเชื่อมั่นได้เลข เช่น การใช้สูตร KR_{20} , KR_{21} หรือสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา เป็นต้น

3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่เป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

3.1) แจ่มชัดในตัวคำถาม คือ ไม่ว่าใครอ่านจะต้องรู้ว่าถามอะไร ได้ตรงกัน

3.2) แจ่มชัดในการให้คะแนน คือ ไม่ว่าใครตรวจให้คะแนนก็ได้คะแนนเท่ากัน

3.3) แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน คือ คนที่ได้คะแนนสูงย่อมเก่งกว่าคนที่ได้คะแนนต่ำ

4) ความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) คือ ความยากง่ายพอเหมาะกับผู้ตอบข้อสอบ แต่ละข้อต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และทั้งฉบับควรมีค่าความยากง่ายใกล้เคียงกัน .50 (ต่าย เชิญนิ, 2526)

5) อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุด จนถึงเก่งสุด แม้ว่าจะเก่งหรืออ่อนกว่ากันเพียงเล็กน้อยก็สามารถชี้จำแนกให้เห็นได้ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูงนั้น นักเรียนเก่งมักตอบถูกมากกว่านักเรียนอ่อนเสมอ ข้อสอบที่ทุกคนตอบถูกหมดจะไม่สามารถบอกอะไรได้เลย หรือข้อสอบที่ทุกคนตอบผิดหมดไม่สามารถบอกได้ว่าใครเก่งหรืออ่อน แต่ละข้อควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

6) จำเพาะเจาะจง (Definite) คำถามที่ดีต้องไม่ถามกว้างเกินไป ไม่ถามคลุมเครือ หรือเล่นสำนวนให้ผู้สอบสับสน ผู้สอบอ่านแล้วต้องเข้าใจชัดเจนว่าคำถามอะไรส่วนจะตอบได้หรือไม่อยู่ที่ความสามารถของผู้ตอบเป็นสำคัญ

7) คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ถามลึกไม่ถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น แต่จะถามวัดความเข้าใจ การนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหา วิเคราะห์ ตลอดจนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมาจนท้ายที่สุดคือ การประเมินผล คำถามที่ถามลึกนั้นผู้ตอบต้องคิดค้นก่อนจึงจะสามารถหาคำตอบได้ มิใช่เพียงแต่ระลึกถึงประสบการณ์ต่าง ๆ เพียงตื่น ๆ ก็ตอบปัญหาได้แต่เป็นแบบทดสอบที่วัดความลึกซึ้งทางวิชาการตามแนวลึกมากกว่าจะวัดตามแนวกว้าง

8) ความยุติธรรม (Fair) ความยุติธรรมเป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ดีต้องไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เปรียบเสียเปรียบกัน เช่น ข้อสอบบางฉบับครูไปเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งตรงกับเรื่องที่นักเรียนทำรายงานในบางกลุ่ม ทำให้กลุ่มนั้น ๆ ได้เปรียบคนอื่น ๆ ข้อสอบบางข้อใช้คำถามหรือข้อความที่แนะคำตอบ ทำให้นักเรียนใช้ไหวพริบเดาได้ การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเพียง 5 หรือ 10 ข้อ มาทดสอบนักเรียนนั้น ไม่อาจสร้างความยุติธรรมในการสอบให้แก่แก่นักเรียนได้ เพราะผู้สอบมีโอกาสเก็งข้อสอบได้ถูกมากกว่าแบบปรนัยที่มีจำนวนข้อมาก ๆ เช่น 100 ข้อ

9) คำถามช่วย (Exemplary) คำถามช่วย ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะท้าทายให้นักเรียนอยากคิดอยากทำ มีลีลาการถามที่น่าสนใจไม่ถามวนเวียนซ้ำซากน่าเบื่อหน่ายการใช้รูปภาพประกอบก็เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบน่าสนใจ ข้อสอบที่ยากเกินไปทำให้ผู้สอบหมดกำลังใจที่จะทำส่วนข้อสอบที่ง่ายเกินไปก็ไม่ท้าทายให้อยากทำการเรียงลำดับคำถามจากข้อง่ายไปหายากเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบมีลักษณะท้าทายน่าทำ

10) ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลได้ถูกต้องเชื่อถือได้โดยลงทุนน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนในแง่เวลา แรงงาน และทุนทรัพย์ รวมทั้งความสะดวกสบาย คล่องตัวในการรวบรวมข้อมูลข้อสอบที่มี ประสิทธิภาพสามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุด โดยใช้เวลาแรงงานและเงินน้อย ที่สุด แต่ประโยชน์ที่ได้จากการสอบคุ้มค่า ข้อสอบที่พิมพ์ผิดตกหล่นมากจำนวนหน้าไม่ครบรูปแบบ ของแบบทดสอบเรียงไม่เป็นระเบียบทำให้ผู้สอบเกิดความสับสน มีผลต่อคะแนนที่ได้จากการทำ แบบทดสอบทั้งสิ้น การจัดรูปแบบของข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบเพื่อให้ดูง่ายมีความเป็นระเบียบ เรียบร้อย นิยมพิมพ์แบ่งครึ่งหน้ากระดาษ

2.4. การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ คือ การหาข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจคุณภาพของ เครื่องมือในด้านต่าง ๆ และเพื่อนำผลมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องมืออื่น ๆ มีคุณภาพตามที่ ต้องการต่อไป (ฤตินันท์ สมุทร์ทัย, 2545 : 169)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ อาจจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม และแบบทดสอบวัดความถนัด กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ทุกข้อต้อง มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ และนำทุกข้อที่มีคุณภาพมารวมกันเป็นฉบับ เครื่องมือทั้งฉบับต้องมีคุณภาพใน ด้านความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 81)

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง การหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งในลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้ แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข การทำเช่นนี้จะได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพดีไป ทดสอบกับนักเรียน ช่วยให้การวัดและการประเมินผลมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยมีเกณฑ์การหา คุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม และอิงเกณฑ์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 193-194) ดังนี้

1) การหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Reference) หมายถึง การนำผลการ ทดสอบมาจำแนกนักเรียนออกตามความสามารถ โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการทดสอบ ของนักเรียนแต่ละคนกับกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ซึ่งการตีความหมายในรูปแบบนี้เรียกว่า การ ตีความหมายแบบอิงกลุ่ม โดยมีแนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนนักเรียนย่อมมีความแตกต่าง ระหว่างบุคคล คือ จะทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความสามารถมากหรือน้อยกว่านักเรียนคนอื่น ๆ ใน กลุ่มเดียวกัน

2) การหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) หมายถึง การนำเอาผลการทดสอบของนักเรียนแต่ละคน มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Criteria) ที่กำหนดขึ้น โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ เพื่อต้องการทราบสถานภาพของบุคคล โดยอาศัยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายเป็นหลัก โดยมีแนวความคิดว่าในการจัดการเรียนการสอน ควรจะให้นักเรียนเรียนอย่างรอบรู้ (Master Learning)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Reference) เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ต้องการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำผลคะแนนมาสร้างเกณฑ์ปกติ ซึ่งผู้วิจัยใช้การหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

2.4.1 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity)

ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด หรือวัดได้ผลตามจุดมุ่งหมายจากความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกัน ระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น

นักวัดผลการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของคำว่า “ความเที่ยงตรง” (Validity) ไว้สอดคล้องกันดังเช่น

อนัน ศรีโสภ (2525 : 43) แบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรง หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถวัดได้ในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง

เชดศักดิ์ โฆวสินธุ์ (2526 : 40) ให้ความหมายว่า เป็นคุณสมบัติหรือความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด ไม่ว่าจะเป็นไปในขอบเขตเนื้อหา นิยาม หรือโครงสร้างสิ่งนั้น

สำเรญญเรืองรัตน์ (2527 : 19) กล่าวว่าแบบทดสอบที่จะได้ชื่อว่ามีค่าความเที่ยงตรงก็ต่อเมื่อแบบทดสอบนั้นสามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามความมุ่งหมายที่จะวัด

วิรัช วรรณรัตน์ (2532 : 49) ให้ความหมายว่า เครื่องมือที่จะได้ชื่อว่ามีค่าเที่ยงตรงนั้น ก็ต่อเมื่อสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการได้ตรงจุด ถูกต้อง แม่นยำ ครบถ้วน และผลที่ได้จากการวัดตรงกับเป้าหมายหรือความต้องการในการดำเนินการนั้น

อุทุมพร จามรมาน (2532 : 112) นิยามความเที่ยงตรงว่า หมายถึง ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่ได้จากมาตรกับความตั้งใจที่จะใช้มาตร

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงของแบบทดสอบไว้ว่า ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่หมายถึงแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพ และอื่น ๆ แบบทดสอบทุกฉบับจะต้องมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง จึงจะเชื่อได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดีและที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตรงตามที่ต้องการ

จากคำจำกัดความดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด หรือวัดได้ผลตามจุดมุ่งหมายจากความต้องการ แม่นยำของเครื่องมือ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกัน ระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใดก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น โดยสามารถแบ่งประเภทของความเที่ยงตรงได้ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงเนื้อหาที่ทำการสอน หรือตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือตรงกับเนื้อหาที่อยู่ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบไม่สามารถคำนวณเป็นตัวเลขได้โดยทั่วไปจะพิจารณาจากข้อคำถามแบบทดสอบ เปรียบเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specification) แล้วประมาณออกมาว่า มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาไม่น้อยเพียงใด ผู้ที่ตัดสินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาได้ดีก็คือผู้เชี่ยวชาญ ในสาขานั้น ๆ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551 : 218)

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 103) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือลักษณะเฉพาะของมวลความรู้ คำนวณได้จากสูตรค่าเฉลี่ยของคะแนนและค่าความแปรปรวนของคะแนน

$$\text{ค่าเฉลี่ยของคะแนน} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\text{ค่าความแปรปรวนของคะแนน} = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ X แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นจะเป็นดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสม

ค่าความแปรปรวนของคะแนนความคิดเห็น เป็นดัชนีบ่งชี้มติคิดเห็นว่าเป็นเอกฉันท์หรือขัดแย้งกัน

การวิเคราะห์ ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

(1) นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดจุดประสงค์นั้น ๆ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอนแต่ละคนพิจารณาว่าข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากน้อยเพียงใด โดยอาศัยมาตราส่วนประมาณค่า ดังนี้

- 4 หมายถึง ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากที่สุด
- 3 หมายถึง ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมาก
- 2 หมายถึง ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมปานกลาง
- 1 หมายถึง ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมน้อย
- 0 หมายถึง ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมน้อยที่สุดหรือไม่เหมาะสม

(2) บันทึกผลการลงคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอน แต่ละคนเป็นรายข้อ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามสูตรในสมการตามลำดับ ถ้าความแปรปรวนเป็น 0 แสดงว่า มติเป็นเอกฉันท์

(3) กำหนดความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 3.51-4.00 ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมาก

- | | |
|---------------------|--|
| ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 | ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 0.51-1.50 | ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมน้อย |
| ค่าเฉลี่ย 0.00-0.50 | ข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมน้อยที่สุด |

(4) คัดเลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 2.51-4.00 และหาค่าความแปรปรวนไม่เกิน 1.00

(5) ใช้ดัชนีการจับคู่ระหว่างข้อความกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีขั้นตอนในการหา ดังนี้

- (5.1) นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (มากกว่า 1 จุดประสงค์) และข้อสอบชุดหนึ่ง ซึ่งวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อใดข้อหนึ่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาพิจารณาลงความเห็นว่า ข้อสอบใดวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อใดให้จับคู่ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- (5.2) นำผลการจับคู่ของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาวิชาแต่ละคนมาแจกแจงในตารางที่จำแนกตามข้อสอบและจุดประสงค์
- (5.3) นำความถี่ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาที่จับคู่กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่
- (5.4) กำหนดเกณฑ์ของเปอร์เซ็นต์ความถี่ เพื่อยอมรับว่าข้อสอบวัดพฤติกรรมตรงตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์
- (5.5) คัดเลือกข้อสอบที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากกว่าเท่ากับเกณฑ์เอาไว้

บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์ (2545 : 75) ได้เสนอวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังนี้

- (1) เลือกผู้เขียนข้อสอบที่มีความสามารถและประสบการณ์เขียนข้อสอบที่ทัดเทียมกันสองกลุ่ม
- (2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือลักษณะของมวลความรู้ให้ผู้เขียนทั้งสองกลุ่มเขียนข้อสอบมาจำนวนหนึ่ง แล้วตรวจทานปรับแต่งข้อสอบจนดีที่สุด

(3) นำข้อสอบทั้งสองชุดที่ได้จากกลุ่มผู้เขียนข้อสอบ ไปสอบกับกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ตามจุดประสงค์นั้นแล้ว

(4) นำคะแนนของผู้สอบแต่ละชุดมาพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของข้อสอบสองชุด ถ้าใกล้เคียงกันแสดงว่าข้อสอบ 2 ชุด นี้เป็นตัวแทนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้องที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 ถือว่าข้อความนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246-265) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ ซึ่งมีหลักการดังนี้

(1) ตรวจสอบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ และตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาที่แบ่งเป็นหมวดหรือหน่วยย่อย ๆ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากน้ำหนักของพฤติกรรมที่จะวัดกับจำนวนข้อคำถามในพฤติกรรมนั้นซึ่งดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(2) ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดหรือไม่ วิธีนี้เป็นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) หรือให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อ ดังนี้

1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินสลิ และแฮมเบลตัน (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 249) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม ดังนี้

- (1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้
- (2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity)

ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ลักษณะของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของผู้ที่ถูกวัดในขณะนั้น เช่น คนที่สามารถทำโจทย์เลขบวก ลบ มาตราเงิน ในห้องเรียนได้ดี จะสามารถคิดเงินทอนในการซื้อขายที่ตลาดได้เช่นกัน ความเที่ยงตรงตามสภาพนี้ เราไม่สามารถวัดได้จริง ๆ โดยใช้แบบทดสอบ แต่เราต้องเอาคะแนนของเด็กไปเปรียบเทียบกับสภาพจริงของเด็กว่าสอดคล้องกันหรือไม่

ความเที่ยงตรงชนิดนี้ไม่เหมือนกับ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง เราสามารถสร้างเป็นข้อคำถามสอบวัดได้โดยตรง ส่วนความเที่ยงตรงเชิงสภาพเราไม่สามารถวัดได้จริง ๆ ในแบบทดสอบเลย วิธีหาความเที่ยงตรงชนิดนี้ ก็โดยตรงดูว่าแบบทดสอบนั้น สามารถให้คะแนนเด็กกระจายออกเป็นระยะกว้างหรือไม่ และคะแนนเหล่านั้นต่างก็สอดคล้องกับความเก่ง – อ่อน หรือกับความฉลาด – โง่งของเด็ก ตามสภาพข้อเท็จจริงและประจักษ์พยานเท่าที่ปรากฏในปัจจุบันหรือเปล่า ถ้าคะแนนชุดใดกระจายไม่เกาะกันเป็นกระจุกที่ปลายใดปลายหนึ่งแล้ว ก็จัดว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพได้ คือเป็นแบบทดสอบที่สามารถจำแนกเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้ถูกต้อง ตรงตามสภาพความจริงของเขานั้นเอง วิธีหาความเที่ยงตรงนี้อีกแบบหนึ่ง ก็โดยเอาคะแนนสอบของเด็กแต่ละคน มาเรียงกันตามอันดับให้ลดหลั่นกัน จากสูงลงไปหาต่ำ แล้วนำอันดับนั้นไปเทียบกับอันดับความสามารถของเขาตามที่ เราสังเกตเห็นจากที่สอนในชั้นว่าอันดับทั้งสองชนิดนี้ สอดคล้องต้องกันมากน้อยปานใด ก็ตีราคาความเที่ยงตรง ไปตามนั้น ๆ ก็ได้ เราใช้สภาพความจริง ตามที่เราสังเกตเห็นในปัจจุบันเป็นเกณฑ์

เครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามสภาพความเป็นจริงของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ถ้าเด็กคนหนึ่งเวลาเรียนในห้องเรียนเป็นคนเรียนเก่งมาก ไม่ว่าครูจะถามอะไรเขาจะตอบได้หมด เมื่อสร้างข้อสอบมาวัดเด็กห้องนั้น ก็ปรากฏว่าเขาทำได้คะแนนสูงสุด ถ้าเป็นอย่างนี้ทุกคนในกลุ่มแสดงว่าข้อสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพความเป็นจริง เกณฑ์ที่ใช้จะต้องเป็นเกณฑ์ปัจจุบันเสมอ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2542 : 329-330)

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 127-128) ได้กล่าวถึงวิธีการหาความเที่ยงตรงตามสภาพไว้ว่า วิธีหาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพอาจใช้วิธีตรวจดูว่าแบบทดสอบนั้นให้คะแนนกระจาย

ออกมาหรือไม่ และคนที่คะแนนซ้ำกันก็มีไม่มากแล้ว ก็พอจะกล่าวได้ว่ามีความเที่ยงตรงตามสภาพอีกวิธีหนึ่ง โดยนำเอาผลการสอบมาเปรียบเทียบกับสอคคล้องกับสภาพที่เราสังเกตจากการสอนหรือไม่ ถ้าอันดับของคะแนนจากการสอบสอคคล้องกับอันดับของความสามารถจากการสังเกตมาก (ได้ค่าสหสัมพันธ์ที่คิดจากอันดับสูง) ก็แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพสูง การหาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน ใช้สูตร ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบ
	X	แทน	คะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแต่ละวิธี
	Y	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

การพิจารณาความเที่ยงตรงตามสภาพ ต้องพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

(1) ความเกี่ยวข้อง (Relevance) สภาพหรือเกณฑ์ ที่จะนำมาเปรียบเทียบกับผลการสอบ ควรมีความเกี่ยวข้องหรือสะท้อนถึงคุณลักษณะที่สำคัญของเรื่องที่จะศึกษา โดยทั่วไป การพิจารณาความเกี่ยวข้องของสภาพหรือเกณฑ์ ขึ้นอยู่กับการตัดสินคุณค่า ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้

(2) ความเชื่อมั่น (Reliability) จากทฤษฎีความสัมพันธ์กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร จะเท่ากับหรือน้อยกว่ารากที่สองของผลคูณระหว่างค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรทั้งสอง นั่นคือ

$$r_{xy} \leq \sqrt{(r_{xx})(r_{yy})}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (X) กับสภาพหรือเกณฑ์ (Y)

r_{xx} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบ

r_{yy} แทน ค่าความเชื่อมั่นของสภาพหรือเกณฑ์

จะเห็นได้ว่าค่าความเชื่อมั่นของสภาพหรือเกณฑ์มีอิทธิพลต่อค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ

3) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construction Validity)

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งมีวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 259-265) ดังนี้

3.1) คำนวนจากค่าความสัมพันธ์เป็นการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงโดยเอาคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน ไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากสูตร

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

จากสูตร ค่า x จะเป็นคะแนนของแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ส่วน y เป็นคะแนนที่ได้จากผลการสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน

3.2) คำนวนจากหลายลักษณะหลายวิธี (The Multitrait – Multimethod Matrix) เป็นวิธีหาความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธี (Multitrait – Multimethod validity) ซึ่งแคมป์เบลล์และฟิสก์ (Campbell and Fiske) ได้กล่าวถึงการวัดความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธีนี้ว่าเป็นการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัดมีสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะและมีวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธีแล้วคำนวณหาความเที่ยงตรงสองลักษณะ ดังนี้

3.2.1) ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน ซึ่งก็คือความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่สอบซ้ำกัน (Reliability of test retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัดจะมีความสัมพันธ์กันสูง

3.2.2) ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีวัดเดียวกันหรือต่างวิธีกันก็ตามจะมีค่าความสัมพันธ์กันต่ำหรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

3.3) วิธีคำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีที่ต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายในของข้อสอบแต่ละข้อ หรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบเพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้นวัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ เมื่อคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้วปรากฏว่า มีหนึ่งองค์ประกอบแสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประการ ดังนี้

3.3.1) เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ (Exploratory Factor Analysis : EFA) การวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้ เป็นการสร้างแบบจำลองของคุณลักษณะที่สนใจตามโครงสร้างสมมติฐาน โดยใช้ตัวแปรหลาย ๆ ตัว หรือตัวชี้วัด (Indicators) ที่สามารถวัดได้ตรงเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่สนใจเพื่อต้องการทราบว่าคุณลักษณะนั้นมีองค์ประกอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้จะช่วยลดจำนวนตัวแปรลงและได้องค์ประกอบซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการแปลความหมายรวมทั้งได้ทราบแบบแผน (Pattern) และโครงสร้าง (Structure) ความสำคัญของข้อมูล

3.3.2) เพื่อยืนยันองค์ประกอบ (Confirmatory Factor Analysis : CFA) การวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้ ผู้วิจัยต้องสมมติฐานก่อนว่าคุณลักษณะที่ศึกษามีองค์ประกอบ และใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐานเพียงใด

3.4) วิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดแล้ว (Known Group Technique) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ที่รู้ว่ามีลักษณะที่ต้องการวัดกับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีลักษณะที่ต้องการวัด เช่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ทำได้โดยนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ (กลุ่มที่รู้ทางคณิตศาสตร์) กับกลุ่มที่เรียนวิชาเอกภาษาไทย (กลุ่มที่ไม่รู้หรือรู้น้อยทางคณิตศาสตร์) และคำนวณคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

4) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ หมายถึง ความสอดคล้องของผลการวัดจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับผลที่คาดคะเนหรือคาดการณ์ว่าที่จะเกิดในอนาคต ซึ่งกำหนดระยะเวลาอาจเป็นช่วงสั้นหรือช่วงยาว (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 128)

วิธีหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ โดยหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบกับผลการเรียนหรือความสำเร็จในการทำงานในอนาคต ถ้ามีความสัมพันธ์กันสูงแสดงว่าคะแนน 2 ฝ่ายสอดคล้องกันมาก แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์

กล่าวโดยสรุป ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงตรง 2 ประเภท คือ

(1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หาได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ตามสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 249 ; อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton, 1977)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

(2) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ตรงตามลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) ซึ่งตรวจสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นการตรวจสอบองค์ประกอบของลักษณะที่ต้องการวัดอีกแบบหนึ่งจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีได้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจะใช้กรณีที่ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรควรจะเป็นรูปแบบใด หรือคาดว่าตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันมากและควรอยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน หรือคาดว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยควรอยู่ต่างองค์ประกอบกัน หรือกล่าวได้ว่า ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือคาดไว้ว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไรและจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมาตรวจสอบหรือยืนยันความสัมพันธ์ว่าเป็นอย่างที่คาดไว้หรือไม่ โดยใช้วิธีคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Interco Relation) ของข้อสอบแต่ละข้อ หรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ (Factor Loading) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้น วัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ ถ้าผลปรากฏว่า เมื่อคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้ว ปรากฏว่า มีหนึ่งองค์ประกอบแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้น ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 263-264)

(2.1) หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันนั้น ผู้วิจัยจะต้องมีองค์ประกอบในเชิงทฤษฎีของลักษณะที่ต้องการวัดที่มีความชัดเจนอยู่ก่อนแล้ว จากนั้นก็สร้างแบบวัดตามองค์ประกอบเชิงทฤษฎีนำไปวัดกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูงด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

- (2.1.1) กำหนดรูปแบบ โมเดลขององค์ประกอบของลักษณะที่ต้องการยืนยัน โดยอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะนั้น ๆ ว่ามีองค์ประกอบ และมีคำถามกี่ข้อ (จำนวนตัวแปร) องค์ประกอบและตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หาเมตริกส์สัมพันธ์หรือเมตริกส์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบและระหว่างองค์ประกอบที่เหลือ
- (2.1.2) ศึกษาคุณสมบัติที่จำเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เพื่อกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล และระบุความเป็นไปได้ค่าเดียว
- (2.1.3) ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล หรือทำการวิเคราะห์ตามโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งจะได้อเมตริกส์น้ำหนักองค์ประกอบ เมตริกส์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ เมตริกส์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบส่วนที่เหลือ เป็นต้น
- (2.1.4) ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูล เพื่อพิจารณาดัชนีต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึงความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เช่น ตรวจสอบค่าไค-สแควร์ ดัชนีความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) ดัชนีความกลมกลืนที่ปรับแล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index : AGFI) เป็นต้น
- (2.1.5) แปลความหมายผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์ ถ้าผลที่ได้มีความสอดคล้องกันระหว่างโมเดลเชิงสมมติฐาน ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีกับโมเดลข้อมูลเชิงประจักษ์ก็จะเป็นหลักฐานในการยืนยันโครงสร้างองค์ประกอบของลักษณะในสิ่งที่ต้องการวัด แต่ถ้าไม่มี

ความสอดคล้องก็ต้องการแนวทางการอธิบายในการปรับเปลี่ยนหรือ
ปรับปรุงแบบวัด ทฤษฎีหรือโมเดลเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป

(2.2) วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีอยู่ 3 ประการ เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คือ เพื่อตรวจสอบทฤษฎี เพื่อสำรวจและระบุ องค์ประกอบ และเพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่ แต่องค์ประกอบเชิงยืนยันสามารถ วิเคราะห์โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นน้อยกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ เช่น ขอมให้ตัวแปร สังเกตมีความคลาดเคลื่อน ความคลาดเคลื่อนอาจสัมพันธ์กันได้ เป็นต้น (สุกมาส อังสุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณ และรัชนิกุล ภิญ โญยานุวัฒน์, 2552:114)

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2553 : 252-253) ได้กล่าวไว้ว่า วัตถุประสงค์ของการ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นการใช้วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบเพื่อสำรวจ และระบุองค์ประกอบรวมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผล จากการวิเคราะห์องค์ประกอบช่วยให้นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรลงและได้องค์ประกอบซึ่งทำให้เข้าใจ ลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการแปลความหมาย รวมทั้งได้ทราบแบบแผน (Pattern) และ โครงสร้าง (Structure) ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วย ประการที่สองเป็นการใช้การวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของ ข้อมูล กรณีนี้นักวิจัยต้องมีสมมุติฐานอยู่ก่อนแล้ว และใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบว่า ข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับสมมุติฐานเพียงใด

(2.3) ประโยชน์การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ประโยชน์การวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังนี้ (สุกมาส อังสุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณ และรัชนิกุล ภิญ โญยานุวัฒน์, 2552 : 94-96)

- (2.3.1) ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อวัดตัวแปรแฝง โดยนำผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบมาสร้างตัวแปรแฝง แล้วนำตัวแปรแฝงนี้ไปใช้ในการ วิเคราะห์ต่อไป
- (2.3.2) ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือตรวจสอบความตรงเชิง โครงสร้าง (Construct Validity) ของตัวแปรว่ามีโครงสร้างตาม นิยามทางทฤษฎีหรือไม่ และสอดคล้องกับสภาพเป็นจริงอย่างไร

- (2.3.3) ใช้ในการแก้ปัญหาตัวแปรอิสระของการวิเคราะห์ถดถอยพหุมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) โดยการนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน โดยการสร้างตัวแปรใหม่จากคะแนนองค์ประกอบไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ถดถอยต่อไป

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2553 : 253) กล่าวถึงประโยชน์ของเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันไว้ดังนี้

- (2.3.1) ใช้ในการแก้ปัญหาที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอย มีความสัมพันธ์กันสูง คือการรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันโดยการสร้างตัวแปรใหม่ หรือเรียกว่า ปัจจัย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ แล้วนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์กัน จึงเป็นการแก้ปัญหา Multicollinearity
- (2.3.2) ทำให้เห็น โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจาก เทคนิค Factor Analysis จะ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรที่ละคู่แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในปัจจัยเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์ถึงโครงสร้างที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในปัจจัยเดียวกันได้
- (2.3.3) ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละปัจจัยได้ ตามความหมายของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในปัจจัยนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนได้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นส่วนหนึ่งของ เรื่องโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation modeling : SEM) ซึ่งเข้ามาแทนที่การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

(2.4)การประเมินความสอดคล้องของโมเดล (Evaluating the Data-Model Fit)

การประเมินความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบสามารถพิจารณาจากค่าสถิติต่าง ๆ ในผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยโปรแกรมสำเร็จรูปจะประเมินความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐาน (Hypothetical Model) ที่ผู้วิจัยได้จากการตรวจสอบทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง หรือที่เรียกว่าการทดสอบสารรูปสถิติ (Goodness of Fit)

แล้วรายงานค่าดัชนีต่าง ๆ ในผลการวิเคราะห์ (Print Out) ค่าดัชนีเหล่านั้นจะแสดงว่าโดยภาพรวมโมเดลองค์ประกอบสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงใด ดัชนีที่ใช้บอกความสอดคล้องของโมเดลมีหลายตัว แต่ไม่มีดัชนีตัวใด ตัวหนึ่งที่ดีกว่าดัชนีตัวอื่น เพราะค่าดัชนีต่าง ๆ แต่ละตัวใช้ในแต่ละกรณี เช่น ขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า ความซับซ้อนของโมเดลการไม่เป็นตามข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปกติพหุตัวแปร จำนวนตัวแปรอิสระหรือหลาย ๆ กรณีรวมกัน เป็นต้น

(2.4.1) ค่าไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics) เป็นดัชนีที่ใช้แพร่หลายในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยภาพรวม แต่ไค-สแควร์ คำนวณจากผลคูณระหว่าง Minimum Fit Function Value (F_{min}) กับ $n - 1$ เมื่อ n แทนขนาดกลุ่มตัวอย่าง มีชั้นของความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ $k(k+1)/2 - t$ เมื่อ k แทนจำนวนตัวแปรที่สังเกตได้ และ t แทนจำนวนพารามิเตอร์ในโมเดลที่ต้องประมาณค่า สมมติฐานของการทดสอบคือ $H_0 = \sum = \sum(\theta)$ เมื่อ $\sum$ แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลเชิงประจักษ์ และ $\sum(\theta)$ แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสังเกตได้ที่ประมาณมาจากโมเดล ถ้าค่าไค-สแควร์มีนัยสำคัญแสดงว่า โมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่สอดคล้องกัน

การใช้ไค-สแควร์เป็นสถิติทดสอบมีข้อจำกัดคือ ถ้าตัวแปรสังเกตได้มีการแจกแจงแบบ Leptokurtic จะทำให้ค่าไค-สแควร์สูงกว่าความเป็นจริง ให้มีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ได้มาก ส่วนข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบ Platykurtic ก็จะทำให้ค่าไค-สแควร์ต่ำกว่าความเป็นจริง ถ้าข้อมูลมีความเบ้สูงก็จะทำให้ค่าไค-สแควร์สูงกว่าปกติ นอกจากนั้นค่าไค-สแควร์ยังขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างยิ่งใหญ่มากค่าไค-สแควร์ก็จะยิ่งสูงมากจนอาจทำให้สรุปผลได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงแก้ไขโดยการพิจารณาค่า χ^2 / df ซึ่งควรมีค่าน้อยกว่า 2.00 หรือบางตำราอาจกล่าวว่ค่าควรมีค่าน้อยกว่า 5.00 (Bollen, 1989 ; Diamantopoulos and Siguaw, 2000)

(2.4.2) ค่า NCP (Non-Centrality Parameter) การทดสอบด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ อาจปฏิเสธสมมติฐานศูนย์เนื่องจากข้อมูลมิได้แจกแจงแบบไค-สแควร์ แต่มีการแจกแจงเป็นแบบ Non-Central χ^2 (การแจกแจงแบบไค-สแควร์ เป็นกรณีหนึ่งของการแจกแจงแบบ Non-Central χ^2) ซึ่งมีค่า Non-Centrality Parameter เป็น λ โดยค่า λ จะแสดงความแตกต่างของ $\sum$ กับ $\sum(\sigma)$ ถ้า λ เท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ถ้า λ ยิ่งมากยิ่งมีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานว่างมาก โดยโปรแกรมจะแสดงค่า λ ในช่วงความเชื่อมั่น 90% ถ้าโปรแกรมไม่แสดงหมายถึงค่า λ ใหญ่มากจนไม่สามารถประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นได้

(2.4.3) ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation : RMSEA) ใช้ทดสอบสมมติฐาน $H_0: \Sigma \neq \Sigma(\theta)$ แต่นำองศาความอิสระมาปรับแก้ ค่า RMSEA ที่ดีมาก ๆ ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 ค่าระหว่าง 0.05-0.08 หมายถึง โมเดลค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าระหว่าง 0.08-0.10 แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เล็กน้อย และค่าที่มากกว่า 0.10 แสดงว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Diamantopoulos and Siguaw.2000)

(2.4.4) ค่า ECVI (Expected Cross-Validation Index) เป็นการทดสอบภาพรวมของความคลาดเคลื่อนระหว่าง Σ กับ $\Sigma(\theta)$ ถ้าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่า ECVI ต้องน้อยกว่าค่า ECVI for Saturated Model และ ECVI for Independence Model

(2.4.5) ค่า Model AIC (Akaike's Information Criterion) เป็นการทดสอบภาพรวมของความคลาดเคลื่อนระหว่าง Σ กับ $\Sigma(\theta)$ เช่นเดียวกับค่า ECVI ถ้าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ค่า Model AIC ต้องน้อยกว่าค่า Saturated AIC และ Independence AIC นอกจากนี้ยังมีค่า Model CAIC (Consistent Version of AIC) ซึ่งเป็นค่า AIC ที่ปรับแก้ด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การแปลความหมายเหมือนค่า Model AIC

(2.4.6) ดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสมบูรณ์ (Absolute Fit Index) ที่นิยมใช้มี 3 ดัชนี ได้แก่

GFI (Goodness of Fit Index) เป็นดัชนีที่ Joreskog and Sorbom (ยุทไทยวรรณ, 2556 : อ้างอิงมาจาก Joreskog and Sorbom, 1989 : 26-27) พัฒนาขึ้นมาอันเกิดจากการใช้ประโยชน์จากค่า χ^2 หลักการก็คือ นำค่า χ^2 มาพิจารณา ถ้าค่า χ^2 มีค่าสูงเมื่อนำไปเทียบกับ df ต้องปรับโมเดลใหม่ แล้ววิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง ถ้าค่า χ^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ใหม่นี้มีค่าลดลงมากกว่าค่าแรก แสดงว่าโมเดลใหม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในทางที่ดีขึ้น

AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) เป็นดัชนีที่คำนวณจากการนำค่า GFI มาปรับแก้โดยคำนึงถึงขนาดขององศาความเป็นอิสระ (df) ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size)

PGFI (Parsimony Goodness of Fit Index) เป็นดัชนีที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดลที่ปรับแก้ด้วยความซับซ้อนของโมเดล

โดยทั่วไปค่า GFI และ AGFI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่า GFI และ AGFI ที่ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า 0.90 แต่ค่า PGFI ควรมีค่าต่ำ คือมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

(2.4.7) ดัชนี วัด ความ สอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ (Relative Fit Index) ประกอบด้วยดัชนี NFI (Normed Fit Index) NNFI (Non-Normed Fit Index) PNFI (Parsimony Normed Fit Index) CFI (Comparative Fit Index) ซึ่งเป็นดัชนีที่บอกว่าโมเดลที่นำมาตรวจสอบดีกว่าโมเดลที่ตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันเลย (Baseline Model) หรือ โมเดลอิสระ (Independence Model) ค่าของดัชนีเหล่านี้มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1.00 ยกเว้น NNFI ที่อาจมีค่ามากกว่า 1.00 ได้ NFI และ CFI ที่ดีควรมีค่า 0.90 ขึ้นไป ค่า PNFI ควรมีค่าต่ำ ๆ

(2.4.8) CN (Critical N) เป็นดัชนีที่แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะยอมรับดัชนีแสดงความสอดคล้องของโมเดลได้ และ CN ควรมีค่ามากกว่า 200 (Diamantopoulos and Siguaw. 2000)

(2.4.9) ดัชนีวัดความสอดคล้องในรูปความคลาดเคลื่อนมี 3 ตัว คือ RMR, Standardized Residual และ Standardized RMR ดังนี้

RMR (Root Mean Square Residual) เป็น ค่าเฉลี่ย ของ ความคลาดเคลื่อนระหว่าง $\sum - \sum(\theta)$ ตัวที่มีค่าน้อยแสดงถึงโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ค่า RMR ขึ้นอยู่กับหน่วยของการวัดของตัวแปร เมื่อตัวแปร มีสเกลการวัดที่ต่างกันมาก ตัวแปรบางตัวที่มีสเกลการวัดกว้างจะทำให้ค่าเฉลี่ยของ Residual บิดเบือนไป ทำให้ค่าที่ได้ผิดไปด้วย ดังนั้นจึงอาจไปพิจารณาพร้อมกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (Estimated Standard Error) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่ควรมีค่ามากกว่า |2.58| (Diamantopoulos and Siguaw. 2000)

ส่วน ค่า Standardized RMR เป็น ค่าสรุป ของค่า Standardized Residual ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงจะสรุปได้ว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2.5) การดัดแปรโมเดล (Model Modification)

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2553 : 269-270) อธิบายว่า ในกรณีที่ค่าสถิติวัดความสอดคล้องของโมเดลชี้ว่าโมเดลองค์ประกอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการกำหนดความสัมพันธ์ (เส้นทาง) ต่าง ๆ ในโมเดลไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เช่น ผู้วิจัยมีสมมติฐานว่า คำถามบางข้อมีน้ำหนักบนองค์ประกอบ 1 ตัว แต่คำถามข้อนั้นควรมีน้ำหนักบนองค์ประกอบมากกว่า 1 ตัว หรือตามทฤษฎีแล้วองค์ประกอบต่าง ๆ สัมพันธ์กันแต่ในสภาพเป็นจริง

แล้วไม่สัมพันธ์กัน ผู้วิจัยสามารถปรับพารามิเตอร์ใน โมเดลสมมติฐานแล้วทดสอบผลการปรับโมเดลได้ โปรแกรมให้ค่าดัชนีดัดแปร โมเดล (Modification Indices : MI) โดยค่าดัชนีดัดแปรโมเดลจะเสนอแนะว่า ควรเพิ่มหรือตัดพารามิเตอร์ตัวใดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจ ผู้วิจัยต้องปรับพารามิเตอร์อย่างมีความหมายในเชิงเนื้อหาและสามารถตีความหมายค่าพารามิเตอร์นั้น ๆ ได้ชัดเจน

นอกจากนี้ผู้วิจัยควรพิจารณาค่าเศษเหลือของตัวแปรสังเกตได้แต่ละค่าด้วย เศษเหลือที่อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐานที่มีค่ามาก (เกินกว่า 2.00) เศษเหลือมีค่ามากอาจชี้ว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง

หลังจากปรับโมเดลแล้ว โมเดลองค์ประกอบที่ปรับใหม่ต้องสมเหตุสมผล และเป็นไปตามทฤษฎีที่คาดการณ์ไว้ ผู้วิจัยต้องวิเคราะห์โมเดลที่ปรับใหม่ด้วยข้อมูลชุดเดิม หรืออาจกล่าวได้ว่าโมเดลที่ปรับใหม่ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับข้อมูลมากกว่าโมเดลเดิมเสมอไป เพราะโมเดลที่ปรับใหม่ดีกว่าอยู่แล้ว ปัญหาหนึ่งในการปรับโมเดลหลัง ๆ อีก คือ การตรวจสอบโมเดลองค์ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างใหม่ ดังนั้น ถ้าผู้วิจัยมีข้อมูลมากพอ อาจแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ใช้ชุดหนึ่งสำหรับพัฒนาโมเดล ส่วนอีกชุดหนึ่งสำหรับตรวจสอบโมเดล

2.4.2 ความยากง่าย (Difficulty)

ความยากง่าย (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบนั้นก็มีความยากปานกลางข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2544 : 192-220 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544 : 142)

กล่าวโดยสรุป ความยากง่าย คือการที่ข้อคำถามมีความยากของเนื้อหาที่ถามพอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งพิจารณาจากการที่ข้อสอบไม่ยากหรือง่ายเกินไปความสามารถของผู้สอบ ในการวิเคราะห์ต้องแบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยเทคนิค 25% ของผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R Whitney และ D.L Sabers ได้เสนอไว้ดังนี้

$$p = \frac{(P_H + P_L)}{2n}$$

p แทน ค่าความยากง่าย

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและต่ำ

เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 185) ดังนี้

ค่า p ต่ำกว่า .20	แสดงว่า ยากมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
ค่า p เท่ากับ .20 ถึง .39	แสดงว่า ค่อนข้างยาก
ค่า p เท่ากับ .40 ถึง .59	แสดงว่า ปานกลาง
ค่า p เท่ากับ .60 ถึง .80	แสดงว่า ค่อนข้างง่าย
ค่า p มากกว่า .80	แสดงว่า ง่ายมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

2.4.3 อำนาจจำแนก (Discrimination)

อำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูกคนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544 : 142-154)

การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกสามารถคำนวณได้อีกหลายวิธี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2544 : 185-199) ดังนี้

- 1) ใช้สูตรแบบง่าย
- 2) ใช้สูตรสัดส่วน
- 3) ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point Biserial Correlation : $r_{p.bis}$)
- 4) ค่าสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (Biserial Correlation : r_{bis})
- 5) เปิดจากตารางสำเร็จของจุง-เตห์-ฟาน (Chung-The-Fan)

กล่าวโดยสรุป อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นว่าอยู่ในกลุ่มที่มีความสามารถสูงหรือกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ ในการวิเคราะห์ต้องแบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยเทคนิค 25% ของผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R Whitney และ D.L Sabers ได้เสนอไว้ดังนี้

$$r = \frac{(P_H - P_L)}{n}$$

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและต่ำ

ใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของ อีเบล (ฤตินันท์ สมุทร์ทัย, 2545 : 172) ดังนี้

ค่า r เท่ากับ .00 ถึง .19 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ ใช้ไม่ได้

ค่า r เท่ากับ .20 ถึง .29 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกพอใช้ได้

ค่า r เท่ากับ .30 ถึง .39 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกดีพอสมควร

ค่า r เท่ากับ .40 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกดีมาก

ฤตินันท์ สมุทร์ทัย (2545 : 181-183) ได้เสนอการคำนวณหาค่าดัชนีค่าความยากง่าย และดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินเฉลี่ยทั้งฉบับไว้ดังนี้

- 1) ดัชนีค่าความง่ายเฉลี่ยทั้งฉบับ ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\bar{P}_E = \frac{\sum P_E}{k}$$

เมื่อ $\bar{P}_E$ คือ ดัชนีค่าความง่ายของแบบประเมินเฉลี่ยทั้งฉบับ

P_E คือ ดัชนีค่าความง่ายของแบบประเมินแต่ละข้อ

K คือ จำนวนข้อของแบบประเมิน

- 2) ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินเฉลี่ยทั้งฉบับ ใช้วิธีการคำนวณ ดังนี้

2.1) เปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินแต่ละข้อให้เป็นค่า Fisher's Z (Z_r) โดยการเปิดตารางการแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น Fisher's Z

$$2.2) \text{ หาค่า } \bar{Z}_r \text{ จากสูตร } \bar{Z}_r = \frac{\sum Z_r}{k}$$

2.3) เปลี่ยนค่า $\bar{Z}_r$ กลับเป็นดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินเฉลี่ยทั้งฉบับ โดยการเปิดตารางการแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น Fisher's Z

2.4.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 310) ได้กล่าวว่า ถ้ามีคำถามว่า “ข้อสอบวัดความรู้สึกฉบับนี้ วัดได้แน่นอนคงเส้นคงวาเพียงใด” จะต้องหาความเชื่อมั่นไว้ตอบคำถามนี้ เพราะความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่จะชี้ให้เห็นว่า คะแนนเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงเปรียบเสมือนเอาไม้เมตร ไปวัดผ้าชิ้นหนึ่งตอนแรกยาว 1 เมตร วัดอีกทีก็จะได้ยาว 1 เมตร ผ้าขนาดเดิมใช้ไม้เมตรอันเดียวกันวัด ถ้าไม้เมตรมีความเชื่อมั่นสูง ก็จะวัดได้เท่าเดิม ข้อสอบหรือแบบทดสอบก็อาศัยหลักการเดียวกันนี้ การหาความเชื่อมั่นวัดความรู้สึกนั้นมีความคงเส้นคงวาหรือไม่ ถ้าไม่มีก็แสดงว่าขาดความเชื่อมั่น ไม่สมควรใช้สอบวัดให้เสียเวลา

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552 : 34) ให้ความหมายความเชื่อมั่น คือ การที่เครื่องมือวัดได้ผลคงที่แน่นอน เมื่อมีการวัดซ้ำอีก นั่นคือ จะใช้เครื่องมือชิ้นนั้น ๆ วัดสิ่งเดิมกี่ครั้งก็ได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงของเดิม เช่น การวัดน้ำหนักของหินก้อนหนึ่งเมื่อเวลาผ่านไปใช้เครื่องชั่งเดิมวัดอีก ถ้าได้น้ำหนักเท่าเดิม นั่นคือ เครื่องมือวัดมีความคงที่ในการวัดหรือมีความเชื่อมั่น

1) การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แนวคิดในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือในการวิจัยนั้นพอที่จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ด้วยกัน กล่าวคือ

แนวคิดกลุ่มที่ 1 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นหลัก ตัวอย่างแนวคิดของกลุ่มนี้ ได้แก่ การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Paralleled Form Method) การหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีสอบซ้ำ (Test-Retest Method) และการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown)

แนวคิดกลุ่มที่ 2 คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยอาศัยค่าความแปรปรวนของคะแนนเป็นหลัก ตัวอย่างแนวคิดของกลุ่มนี้ ได้แก่ การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formula) การหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอน บาค (The Coefficient of Alpha) และการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance) เป็นต้น

เกณฑ์การแปลผล ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือตั้งแต่ .00 ถึง 1.00 ยิ่งใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเชื่อมั่นสูง

เกณฑ์การแปลผลความเชื่อมั่นมีดังนี้ (เกียรติสุดา ศรีสุข, 2552 : 34)

.00 ถึง .20 ความเชื่อมั่นต่ำมาก / ไม่มีเลย

.21 ถึง .40 ความเชื่อมั่นต่ำ

.41 ถึง .70 ความเชื่อมั่นปานกลาง

.71 ถึง 1.00 ความเชื่อมั่นสูง

1.1) การหาความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่มโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีหลายวิธี ดังนี้

1.1.1) วิธีสอบซ้ำ (Test-Retest Method)

การหาความเชื่อมั่นโดยวิธีการสอบซ้ำเป็นการหาความเชื่อมั่นโดยนำเอาแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ไปทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกัน โดยเว้นระยะเวลาในการสอบทั้ง 2 ครั้ง ให้ห่างกันพอสมควร (2 อาทิตย์ขึ้นไป) เมื่อทำการสอบซ้ำครั้งที่ 2 แล้วจะทำให้ให้นักเรียนแต่ละคนมีคะแนนผลการสอบของแบบทดสอบฉบับนั้นคนละ 2 ค่า คือ คะแนนจากการสอบครั้งที่ 1 และคะแนนจากการสอบครั้งที่ 2 จากนั้นจึงนำค่าคะแนนทั้ง 2 ชุด ไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้คือค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนั้น

สูตรในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r_{xy} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

X คือ คะแนนแต่ละตัวของคะแนนชุดที่ 1

Y คือ คะแนนแต่ละตัวของคะแนนชุดที่ 2

1.1.2) วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Paralleled Form Method)

แบบทดสอบคู่ขนานเป็นแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนกับแบบทดสอบฉบับที่ต้องการหาความเชื่อมั่น ซึ่งไม่ใช่แบบทดสอบฉบับเดียวกันหรือมีข้อความเหมือนกัน แต่เป็นแบบทดสอบที่มีค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ประจำตัว (Parameter) เหมือนกัน เช่น เป็นแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาเดียวกัน มีจำนวนข้อเท่ากัน ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าความยากง่ายเท่ากัน มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากัน มีค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนเท่ากัน มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากันและอื่น ๆ เมื่อได้แบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบที่จะหาความเชื่อมั่นมาแล้วก็

จะนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่อเนื่อง หรืออาจจะทิ้งช่วงระยะเวลาหนึ่งก็ได้ เมื่อได้คะแนนออกมาซึ่งจะมี 2 ชุด ก็จะนำคะแนนทั้ง 2 ชุด ไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ต้องการ

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของการหาความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ คือ การสร้างแบบทดสอบให้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกันจริง ๆ นั้นเป็นการยากมาก และเมื่อแบบทดสอบทั้งสองฉบับไม่ใช่แบบทดสอบที่คู่ขนานกันอย่างจริง ๆ แล้ว ย่อมทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ในการหาความเชื่อมั่น ดังนั้น การหาความเชื่อมั่นโดยวิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนานจึงไม่ค่อยนิยมใช้ และกลายเป็น แนวคิดในทางทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการหาความเชื่อมั่นโดยวิธีการอื่นต่อไป

1.1.3) วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-half Method)

โดยนำเครื่องมือไปทดสอบเพียงครั้งเดียว แล้วนำเครื่องมือนั้นมาแบ่งครึ่งเพื่อ ทำการวิเคราะห์ เช่น เครื่องมือมี 20 ข้อ ให้แบ่งครึ่งแรก 10 ข้อ ครึ่งหลัง 10 ข้อ หรือข้อที่ 10 ข้อ ข้อคู่ 10 ข้อ จากนั้นจึงคำนวณ หาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนรวม ครึ่งแรก-ครึ่งหลัง หรือคะแนนรวมข้อคู่ ข้อคี่ มีวิธีการคำนวณตามสูตร ดังนี้

(1) วิธีการของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown)

การหาความเชื่อมั่น โดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบมีความคิดพื้นฐาน มาจากการหาความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน กล่าวคือ จะนำแบบทดสอบที่ต้องการหาความเชื่อมั่นไปทดสอบกับนักเรียนเพียงครั้งเดียว แล้วแบ่งแบบทดสอบนั้นออกเป็น 2 ฉบับย่อย ๆ โดยพยายามทำให้ แบบทดสอบทั้งสองฉบับย่อยมีลักษณะคล้ายคลึงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้ อาจแยกข้อคำถามข้อคู่รวมเป็นฉบับหนึ่ง และนำข้อคำถามข้อที่รวมเป็นอีกฉบับหนึ่ง หรืออาจจะแบ่งแบบทดสอบออกเป็นครึ่งฉบับแรกและครึ่งฉบับหลัง หรืออาจแบ่งโดยการสุ่มข้อคำถามก็ได้ จากนั้นจึงนำคะแนนของแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ได้ค่าความเชื่อมั่นครึ่งฉบับ ดังนั้น จึงนำมาปรับขยายค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบให้เต็มฉบับโดยนำสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่นเมื่อเพิ่มจำนวนข้อคำถามของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown) มาประยุกต์ใช้ ดังนี้

(1.1) สูตรการปรับขยายค่าความเชื่อมั่นของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown) คือ

$$r_{tt} = \frac{nr_{xy}}{1+(n-1)r_{xy}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีความยาวเพิ่ม เป็น n เท่าของแบบทดสอบเดิมที่มามีค่าความเชื่อมั่น r_{xy}

- (1.2) เมื่อต้องการปรับขยายความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครั้งฉบับให้เป็นความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับ (ความยาวของแบบทดสอบขยายเป็น 2 เท่า) สูตรขยายความเชื่อมั่นจาก ครั้งฉบับเต็ม จึงเป็นดังนี้

$$r_{tt} = \frac{2r_{xy}}{1+r_{xy}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับ
 r_{xy} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครั้งฉบับ

(2) วิธีของฮอร์ส (Horst)

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบแล้วใช้ปรับขยายของ สเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown) นั้น มีข้อจำกัดสำคัญตรงที่จำนวนข้อของแบบทดสอบย่อย ทั้ง 2 ฉบับ จะต้องเท่ากัน นั่นคือ จำนวนของแบบทดสอบทั้งฉบับต้องเป็นจำนวนคู่ ต่อมา ฮอร์ส (Horst) ได้เสนอสูตร การปรับขยายค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในกรณีที่แบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับมีจำนวนข้อไม่เท่ากัน (หรือเท่ากันก็ใช้ได้) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{r_{xy}[\sqrt{r_{xx}^2 + 4pq(1-r_{xx}^2)} - r_{xx}]}{2pq(1-r_{xx}^2)}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 r_{xx} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 2 ฉบับย่อย

p แทน สัดส่วน ของจำนวน ข้อคำถาม ในแบบทดสอบฉบับย่อยที่ 1

q แทน สัดส่วน ของจำนวน ข้อคำถาม ในแบบทดสอบฉบับย่อยที่ 2

(3) วิธีของรูลอน (Rulon)

การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ ในระยะต่อมามีผู้เสนอสูตร การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยไม่ต้องหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับก่อน แต่เป็นการหาทั้งฉบับ โดยการหาความแปรปรวน ดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{s_d^2}{s_t^2}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 s_d^2 แทน ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนน
ครึ่งฉบับแรกกับครึ่งฉบับหลัง
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

(4) วิธีการของกัทแมน (Guttman)

การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบในระยะต่อมามีผู้เสนอสูตร การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยไม่ต้องหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับก่อน แต่เป็นการหาทั้งฉบับ โดยการหาความแปรปรวนดังนี้

$$r_{tt} = 2 \left[1 - \frac{s_x^2 + s_y^2}{s_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 s_x^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนจาก
แบบทดสอบฉบับย่อยที่ 1
 s_y^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนจาก
แบบทดสอบฉบับย่อยที่ 2
 s_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

(5) วิธีของสำเร็จ บุญเรืองรัตน์

เนื่องจากการคำนวณตามสูตรของ Rulon และ Guttman มีแนวคิดพื้นฐานต้องแบ่งครึ่งเป็นแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ และทั้ง 2 ฉบับ จะต้องมียุทธศาสตร์คล้ายกับแบบทดสอบคู่ขนานกัน ซึ่ง ทางปฏิบัติมักไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว ดังนั้นสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ จึงได้เสนอสูตรการคำนวณ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใหม่ โดยไม่ต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ว่าแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ จะต้องมียุทธศาสตร์เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน ตามสูตรดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{S_x^2 + S_y^2 - 2r_{xy}S_xS_y}{S_t^2}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

r_{xy} แทน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของ
แบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ
ฉบับย่อยที่ 1

S_y^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ
ฉบับย่อยที่ 2

1.2) การหาความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่มโดยใช้ค่าความแปรปรวน มีหลายวิธี ดังนี้

1.2.1) วิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน Kuder-Richardson

เป็นการหาความเชื่อมั่น โดยการใช้เครื่องมือ 1 ชุด ใช้ทดสอบเพียง
ครั้งเดียวและไม่ต้องแบ่งครึ่งแบบทดสอบ โดยมีสมมติฐานที่ว่าข้อคำถามในเครื่องมือชุดเดียวกันจะ
วัดในองค์ประกอบเดียวกัน นั่นคือ เนื้อหาข้อคำถามแต่ละข้อภายในฉบับจะต้องมีความเป็นเอกพันธ์
ดังนั้น การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการนี้จึงเป็นการวัดความสอดคล้องภายในของเครื่องมือ (Internal
Consistency) มีสูตรในการคำนวณ 2 สูตร คือ

(1) สูตร KR₂₀

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ k แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนที่ทำถูกแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ (1-p)

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ข้อจำกัดที่สำคัญ คือ ข้อคำถามจะต้องมีระบบการให้คะแนนเป็น
แบบ 0 หรือ 1 กล่าวคือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนนเท่านั้น

(2) สูตร KR₂₁

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(k - \bar{X})}{kS_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S_t^2 แทน คะแนนเฉลี่ย

ข้อจำกัดที่สำคัญคือ ข้อคำถามจะต้องมีระบบการให้คะแนนเป็นแบบ 0 หรือ 1 กล่าวคือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เท่านั้น และข้อคำถามแต่ละข้อมีระดับความยากไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบมีระดับความยากระดับเดียวกันความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ที่คำนวณได้จากสูตร KR_{21} จะเท่ากับค่าที่คำนวณได้จากสูตร KR_{20}

1.2.2) วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

สูตรนี้ใช้สำหรับหาสัมประสิทธิ์ของความเที่ยงของแบบทดสอบที่มีระบบการให้คะแนนแบบอื่น ที่ไม่ใช่ 0 กับ 1 แบบ 0/1 ก็ได้ ซึ่งเป็นการวัดที่ให้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่อง ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย แบบเรียงความ (essay type tests) แบบวัดทัศนคติ แบบประเมินผลสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ต้องประเมินตามสเกล และแบบสอบถามชนิดประมาณค่า (rating scale) จึงให้ชื่อว่าค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient α) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

โดย α แทน ค่าความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อ

$\sum S_i^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

1.2.3) การหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ :

Hoyt's Analysis of Variance

แนวคิดพื้นฐานของ Hoyt เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยอาศัยอัตราส่วนของความแปรปรวนระหว่างคะแนนจริงและคะแนนที่สอบได้ แล้วปรับเปลี่ยนเป็นอัตราส่วนของความแปรปรวน ระหว่างคะแนนที่เป็นความคลาดเคลื่อนกับคะแนนที่สอบได้ตามสูตรดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_S}$$

การคำนวณโดยใช้วิธีการนี้ สามารถใช้ได้ทั้งเครื่องมือที่มีระบบการให้คะแนนแบบ 0 กับ 1 และที่มีระบบการให้คะแนนแบบอื่น ๆ เช่น แบบทดสอบอัตนัย แบบวัดเจตคติ แบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็นต้น วิธีการดำเนินการจะนำแบบวัดไปทดสอบครั้งเดียว แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง โดยการหาค่า MS_E และ MS_S ตามแผนการคำนวณ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

2.5 เกณฑ์ปกติ (Norms)

2.5.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

เยาเวดี วิบูลย์ศรี (2549 : 59) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ (Norm) หมายถึง คะแนนมาตรฐานที่ได้จากการที่กลุ่มตัวอย่างประชากรขนาดใหญ่ทำแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ ในสภาวะการสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน คะแนนมาตรฐานดังกล่าวได้มาโดยการแปลงคะแนนดิบจากการสอบให้เป็นคะแนนมาตรฐานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ ซึ่งเกณฑ์ปกติสามารถแบ่งแยกได้เป็นหลาย ๆ ประเภท โดยใช้หลักการในการแบ่งที่ต่างกันออกไป

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 313-317) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ปกติไว้ดังนี้

เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว เป็นส่วนประกอบสำคัญของแบบทดสอบมาตรฐานใช้สำหรับตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ทำให้ทราบระดับความสามารถของ ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่น ๆ ที่สอบพร้อมกัน เพราะการตีความหมายของคะแนนใช้อ้างอิงจากเกณฑ์ปกติ การสร้างเกณฑ์ปกติจะทำได้เมื่อแบบทดสอบ ที่พัฒนามีคุณสมบัติรายข้อและทั้งฉบับเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำแบบทดสอบดังกล่าว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงนำเอาผลคะแนนการทดสอบมาสร้างเกณฑ์ปกติ เพื่อใช้สำหรับตีความหมายคะแนนดิบที่ได้มาจากการทดสอบโดยแบบทดสอบมาตรฐานต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบเป็นข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร แต่ในทางปฏิบัติประชากรที่นิยามไว้อย่างดี (Well defined population) ก็คือกลุ่มตัวอย่างที่ดี

ของประชากรนั่นเอง และต้องมีจำนวนมากพอที่จะสามารถเป็นตัวแทนของประชากรด้วย ไม่อย่างนั้นเกณฑ์ปกติที่ได้จะเชื่อมั่นหรือเชื่อถือไม่ได้ ทั้งนี้เกณฑ์ปกติยังมีลักษณะเด่นที่สำคัญคือ สามารถใช้เปรียบเทียบความสามารถในการทำแบบทดสอบเมื่อมีการสอบในวิชาที่แตกต่างกัน หรือ ข้อสอบต่างชุดกัน (เกียรติสุตา ศรีสุข, 2545 : 90) ดังนั้นการเลือกใช้เกณฑ์ปกติจึงมีความสำคัญมาก เพื่อการแปลผลของคะแนนสอบที่ได้มีความถูกต้อง ชัดเจนควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญ (ต่าย เชิญฉวี, 2526 : 193)

1) ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยมทำได้หลายวิธี เช่น สุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบชั้นภูมิ สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสม โดยการพิจารณาประชากรเป็นสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากนัก ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple random sampling) ดีที่สุด แต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน ระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลที่ตั้งแตกต่างกัน และมีผลการเรียนต่างกัน ถ้าแบบนี้การสุ่มจะต้องใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จึงจะเหมาะสม ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่มเช่น โรงเรียน ห้องเรียน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้ว การสุ่มแบบนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้นก่อนสร้างเกณฑ์ปกติก็ต้องวางแผนการสุ่มให้ดีไว้ก่อน เพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2) ความเที่ยงตรง คือ เมื่อนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้ว สามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบเลขได้ 20 คะแนนตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที่ (T) 50 แปลว่า เป็นความสามารถปานกลางของกลุ่ม ความเป็นจริงจะเป็นอย่างตัวเลขในเกณฑ์ปกติดังกล่าวได้หรือเปล่า ดังนั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริง จึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ในการแปลความหมายของคะแนนสอบแต่ละครั้ง และเกณฑ์ปกตินั้นจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่ศึกษานั้น ๆ

3) ความทันสมัย เนื่องจากเกณฑ์ปกติขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น ๆ ซึ่งมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเกณฑ์ปกติต้องมีการเปลี่ยนแปลง โดยทั่วไปแล้วควรเปลี่ยนเกณฑ์ปกติทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย แต่ถ้าเนื้อหาในหลักสูตรเปลี่ยนแปลงเมื่อไร ข้อสอบทั้งหลายก็ต้องเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นเกณฑ์ปกติก็ต้องเปลี่ยนแปลงอยู่แล้ว แต่กรณีเนื้อหาหลักสูตรไม่เปลี่ยนแปลง เกณฑ์ปกติของข้อสอบมาตรฐานชุดนั้นควรเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ ตามความจำเป็น เกณฑ์ปกติเดิมสามารถเอามาใช้เปรียบเทียบดูการพัฒนาของนักเรียนกลุ่มนั้นได้ ถึงแม้ว่าจะสร้างเกณฑ์ใหม่ไว้เปรียบเทียบแล้วก็ตาม (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 314)

2.5.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยชนี, 2546 : 271)

1) แบ่งตามลักษณะของประชากร ได้แก่

1.1) เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norm) การสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาตินั้นใช้ประชากรที่นิยามไว้มากมายทั่วประเทศ เช่น หากเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติ ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ หรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่ต้องสอบจึงมีมากมาย เพื่อให้รู้ว่าสร้างเมื่อปี พ.ศ.ใด ก็ต้องกำหนดวันเดือนการสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะได้รู้ว่าทันสมัยหรือไม่

1.2) เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norm) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมาเช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ การสร้างเกณฑ์ปกติระดับนี้ค่าใช้จ่ายจะน้อยลง และเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้ทดสอบกับคนทั้งจังหวัดหรือทั้งอำเภอ ในการจัดการศึกษา บางครั้งจังหวัดแต่ละจังหวัด อาจเน้นเนื้อหาวิชาบางวิชาไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะทางด้านวิชาชีพ บางจังหวัดเน้นเกษตร บางจังหวัดเน้นอุตสาหกรรม บางจังหวัดเน้นการทำประมง เป็นต้น วิชาที่มีการเน้นแตกต่างกัน การสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นจะมีประโยชน์มาก แต่วิชาพื้นฐานอื่น ๆ ก็สามารถหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นได้เหมือนกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบความสามารถในวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอว่าเด็กคนนั้นสอบแล้วจะอยู่ในระดับใด เก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใด จะได้หาทางปรับปรุงแก้ไขทัน ถ้าไม่มีการเปรียบเทียบก็ไม่สามารถจะพัฒนาได้ถูกต้อง

1.3) เกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน (School Norm) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้ในการประเมินเปรียบเทียบ นักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูจากการศึกษาแต่ละปีว่า เติบโต หรือด้อย กว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

2) แบ่งตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ ได้แก่

2.1) เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) เกณฑ์แบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติ แต่พอถึงการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25

คะแนน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 แสดงว่าเขามีความสามารถเหนือคนอื่น ๆ 80% เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ใช้ควบคู่กับเกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐานอื่น ๆ อยู่เสมอ เพราะแปลผลได้ง่ายเข้าใจได้ทุกคน ไม่สลับซับซ้อนมากนัก

2.2) เกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐาน (Standard Score Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เทียบคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐาน คะแนนมาตรฐานอาจจะเป็น Z-Score, T-Score, CEEB-Score, Stanine, ect. เกณฑ์ชนิดนี้พบมากในข้อสอบมาตรฐานเช่นเดียวกับเกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์

2.3) เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norm) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เทียบคะแนนดิบกับอายุ ว่าคนที่สอบได้คะแนนดิบเท่านี้จะเทียบได้กับคนที่อายุเท่าใด เกณฑ์ปกติชนิดนี้โดยมากจะใช้กับสมรรถภาพที่มีการพัฒนาการไปตามอายุ เช่น เชาว์ปัญญา และส่วนมากจะใช้กับวัยเด็กที่กำลังเจริญเติบโต

2.4) เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade Norm) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เทียบคะแนนดิบกับชั้นเรียนของนักเรียน ว่าคนที่สอบได้คะแนนดิบเท่านี้ คะแนนจะเทียบได้กับความสามารถกลาง ๆ ของนักเรียนชั้นใด เกณฑ์ปกติชนิดนี้โดยมากจะใช้กับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.3 หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

ต่าย เชียงฮี (2526 : 184) กล่าวถึง การสร้างเกณฑ์ปกติคะแนนที่ปกติ (T-Score norms) มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เรียงลำดับคะแนนดิบ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย
- 2) หาความถี่ (f) ของคะแนนดิบแต่ละคะแนน
- 3) หาความถี่สะสม โดยสะสมความถี่ของคะแนนจากน้อยไปหามาก
- 4) หาค่า $cf - \frac{1}{2}f$ หรือหาความถี่สะสมลบออกด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่
- 5) นำค่า $cf - \frac{1}{2}f$ หารด้วยจำนวนคนทั้งหมด แล้วคูณด้วย 100
- 6) เปิดตาราง Normalized T-Score เพื่อหาค่าแห่งคะแนนมาตรฐาน และแปลค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนนมาตรฐานที่ปกติ (Normalized T-Score)

ส่วนการใช้เกณฑ์ปกติ ชาวล แพร์ตกุล (2520 : 53) กล่าวว่า การใช้เกณฑ์ปกติประกอบด้วย

- 1) วิธีอ่านเกณฑ์ปกติ เมื่อครูตรวจกระดาษคำตอบว่า นักเรียนคนใด ตอบถูกที่ข้อ หรือได้คะแนนดิบเท่าใดแล้วไปเปิดบัญชีอ่านให้เป็นคะแนน T ปกติได้เลย
- 2) วิธีบันทึกคะแนน T ควรบันทึกด้วยหมึกหรือดินสอคนละสีกับตัวเลขคะแนนดิบ

- 3) การแปลคะแนน T ปกติ นิยมแปลความเป็นรูปของเปอร์เซ็นต์ที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น
- 4) การประเมินคะแนน T ปกติ การประเมินของคะแนนว่ามีคุณภาพสูง-ต่ำ เป็นการตัดสินชี้ขาด หรือตีราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ให้กับนักเรียนผู้นั้น ส่วนของการกำหนดวิธีประเมินคุณภาพผลการทดสอบอาจแบ่งคะแนน T ปกติ ออกเป็น 3 ระดับซึ่งสอดคล้องกับการประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติที่เป็นเกณฑ์ระดับท้องถิ่น คือ สร้างเกณฑ์เฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ และเลือกใช้เกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ปกติ (Normalized T-Score) ซึ่งใช้เทียบคะแนนดิบที่ได้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบกับคะแนนมาตรฐานที่ปกติเพื่อบอกระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.5.4 การแปลความหมายคะแนนมาตรฐานที่ปกติ

การแปลความหมายคะแนนมาตรฐานที่ปกติ นิยมแปลความหมายของคะแนนให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ที่อยู่เหนือคนอื่น

การแปลความหมายของคะแนนให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ หรือคำร้อยละที่อยู่เหนือคนอื่นทำได้โดยการนำค่าคะแนนมาตรฐานที่ปกติที่ได้มาเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ หรือคำร้อยละที่อยู่เหนือคนอื่นจะทำให้ทราบว่าตนเองมีความสามารถอยู่เหนือคนอื่นประมาณเท่าใดยกตัวอย่าง ด.ช.สันติสุข ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติเท่ากับ 67 คะแนน ดังนั้น ด.ช. สันติสุข มีความสามารถในการทำแบบทดสอบอยู่เหนือคนอื่นประมาณร้อยละ 94.54

2.5.5 การประเมินผลคะแนนมาตรฐานที่ปกติ

การประเมินผลคะแนนมาตรฐานที่ปกติ หมายถึง การประเมินคะแนนว่ามีคุณภาพสูงหรือต่ำเพียงใด ซึ่งเป็นชี้ขาด หรือสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยสามารถพิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546 : 162)

$$\text{สูตรอันดับภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

2.5.6 ประโยชน์ของเกณฑ์ปกติ

สำหรับประโยชน์ของเกณฑ์ปกติสามารถอธิบายได้ ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล, 2509 : 366)

- 1) ใช้สำหรับเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นหน่วยที่มีความหมายมากยิ่งขึ้น การวัดความสามารถใด ๆ มีความจำเป็นที่จะต้องปรับคะแนนของแต่ละวิชาให้เป็นหน่วยเดียวกันเสียก่อนจึงจะสามารถนำมาเปรียบเทียบและอธิบายความหมายของตัวเลขนั้น ได้ชัดเจน และมีหลักเกณฑ์มากขึ้น
- 2) ใช้ในการประเมินผลการศึกษา โดยผู้สอนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพในการสอนของตน และทราบคุณภาพทางการเรียนของเด็กว่ามีผลสัมฤทธิ์ถึงระดับใด ความต้องการที่จะวัดและตีราคาคุณภาพของการศึกษาว่ามีมาตรฐานสูง – ต่ำ เพียงใด
- 3) ใช้ในการแนะแนวทางด้านการเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนย่อมมีระดับความรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นเกณฑ์ปกติสามารถใช้ในแนวทางพิจารณาปรับปรุง แก้ไข ส่งเสริมความสามารถให้เพิ่มขึ้นได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่นักการศึกษาได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ฟาตีเมาะ สนิโซ (2556) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจาการศึกษาโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียน หลังจาการศึกษาโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงอยู่ในระดับดี

เพชร บุรินทร์โกษฐ์ (2554) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง และศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบใช้กิจกรรมโครงงาน และแบบปกติ เรื่องเลขยกกำลัง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง แบบประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานสูงกว่าของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานอยู่ในระดับดี และคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ชเรนทร์ จิตติพิทุทางกูร (2553) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านการเชื่อมโยงในสาระคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา 7 ขั้นตอน ดำเนินการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยง แบบบันทึกหลักการสอน แบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการ ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปเชื่อมโยงกับคู่อันดับและกราฟ สมการ การวัดอัตราส่วน และจำนวนจริง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี และสามารถนำหลักการ วิธีการ ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส เชื่อมโยงกับงานที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในระดับดี

วนัสสุดา เจตนา (2555) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 และตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 600 คนจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการ

เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านการให้เหตุผล ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบ อัตนัย จำนวน 8 ข้อ วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ ด้านด้านการแก้ปัญหา ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการให้เหตุผล ด้านละ 1 ข้อ และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความ ตรงเชิงเนื้อหาโดยค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 ค่าความเที่ยงของแบบวัด ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัยเท่ากับ .80 และแบบวัดตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย เท่ากับ .81 ค่าความเที่ยงของแบบวัด ทั้งฉบับ เท่ากับ .78 ค่าความยากง่ายรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง .28 ถึง .58 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง .53 ถึง .89

ณัฐพร ตื้อจันทา (2552) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หาคูณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สร้างเกณฑ์ปกติ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสร้างคู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดเชียงใหม่ และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ ส่งเสริมการศึกษาเอกชนจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ วิเคราะห์หาคูณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่มจำนวน 540 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจำนวน 1,000 คน ผลปรากฏว่าได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ มี 5 ทักษะ คือ ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา 20 ข้อ ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล 20 ข้อ ทักษะที่ 3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ 20 ข้อ ทักษะที่ 4 ความเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 20 ข้อ และ ทักษะที่ 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 3 ข้อ ผลการหาคูณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 5 ทักษะ มีดังนี้ ทักษะที่ 1 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 ค่าความยาก ง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .63 ค่าความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ .33 ถึง .78 ค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับเท่ากับ .66 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .43 ถึง .80 ค่าน้ำหนักถ่วงตั้งแต่ .319 ถึง .607 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .8348 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.6277 ทักษะที่ 2 มีค่าความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .58 ค่าความยากง่ายรายข้อมีค่า

ตั้งแต่ .31 ถึง .78 มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับเท่ากับ .57 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .41 ถึง .80 ค่าน้ำหนักถ่วงตั้งแต่ .327 ถึง .616 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8237 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 3.2273 ทักษะที่ 3 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .57 ค่าความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ .30 ถึง .74 ค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับเท่ากับ .67 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .41 ถึง .85 มีค่าน้ำหนักถ่วงตั้งแต่ .322 ถึง .529 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7831 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.7478 ทักษะที่ 4 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .53 ค่าความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ .22 ถึง .78 ค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับเท่ากับ .63 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .43 ถึง .77 มีค่าน้ำหนักถ่วงตั้งแต่ .317 ถึง .585 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8114 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 3.1999 และทักษะที่ 5 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .45 ค่าความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ .40 ถึง .52 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ .395 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .29 ถึง .56 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8319 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 3.6810 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติปรากฏว่า ทักษะที่ 1 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 28 ถึง 73 ทักษะที่ 2 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 28 ถึง 100 ทักษะที่ 3 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 22 ถึง 80 อยู่ระหว่างคะแนนดิบที่ 9 และ 10 คะแนน ทักษะที่ 4 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 20 ถึง 82 และทักษะที่ 5 ได้คะแนนมาตรฐานปกติตั้งแต่ 15 ถึง 85

จริยาวดี ชูวงศ์ศิริกุล (2550) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากุเกี๊ยก และตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากุเกี๊ยก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 600 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่าได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบ 36 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 32 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 8 ข้อ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล 8 ข้อ ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 8 ข้อ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 8 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาโดยค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .80 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายของข้อสอบตอนที่ 1 อยู่ระหว่าง .48 ถึง .59 และ

ตอนที่ 2 อยู่ระหว่าง .52 ถึง .63 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตอนที่ 1 อยู่ระหว่าง .47 ถึง .77 และตอนที่ 2 อยู่ระหว่าง .56 ถึง .73 ค่าความเที่ยงของแบบวัดด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เท่ากับ .99 ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเท่ากับ .98 ด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอเท่ากับ .99 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เท่ากับ .98 และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เท่ากับ .99 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .97

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อรรณีย์ ชูช่วยสุวรรณ (2551) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 374 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา มีดัชนีความยากตั้งแต่ .43 – .61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .55 – .71 มีคุณภาพด้านความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ของแบบทดสอบ โดยหาค่าความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนโดยรวมทั้งฉบับ มีค่าตั้งแต่ .817 - .903 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่า .821 โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้ตรวจสองคน .929 กรณีที่ผู้ตรวจสามคนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง .934 จากการที่ผู้วิจัยใช้สูตร RAI มาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจสองคน และสามคน พบว่ามีแนวโน้มการตรวจให้คะแนนใกล้เคียงกัน และพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์

ปาริย์ ไทรงาม (2549) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบ สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบเขียนตอบจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการอ้างอิง ประยุกต์ใช้ความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

แบบทดสอบวัดความสามารถในการนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ปีการศึกษา 2547 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 1 จำนวน 440 คน ผลการศึกษาพบว่า ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .75 ถึง 1.00 ความยากง่ายรายข้อโดยใช้สูตรของวิทนิย์และซาเบอร์ มีค่าตั้งแต่ .35 ถึง .73 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้สูตรของวิทนิย์และซาเบอร์ มีค่าตั้งแต่ .28 ถึง .55 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับมีค่าตั้งแต่ .593 ถึง .710 และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่าตั้งแต่ .75 ถึง .77 และความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าตั้งแต่ .86 ถึง .93 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมีดังนี้ ฉบับที่ 1 ระดับช่วงชั้นที่ 3 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 4-48 มีคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง $T_{28} - T_{71}$ ฉบับที่ 2 ระดับช่วงชั้นที่ 3 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 5-48 มีคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง $T_{30} - T_{69}$ ฉบับที่ 3 ระดับช่วงชั้นที่ 3 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 4-48 มีคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง $T_{29} - T_{70}$

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้เนื้อหาสาระในเรื่องต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับเรื่องที่ใกล้ตัว สิ่งแวดล้อมรอบตัว มีผลต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ อย่างชัดเจน ลึกซึ้ง ครบคลุม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและแก้ปัญหาสภาพสังคมจริงได้ ซึ่งความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพโดยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งในด้านความตรง ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือและสามารถสะท้อนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามสภาพจริงของนักเรียน

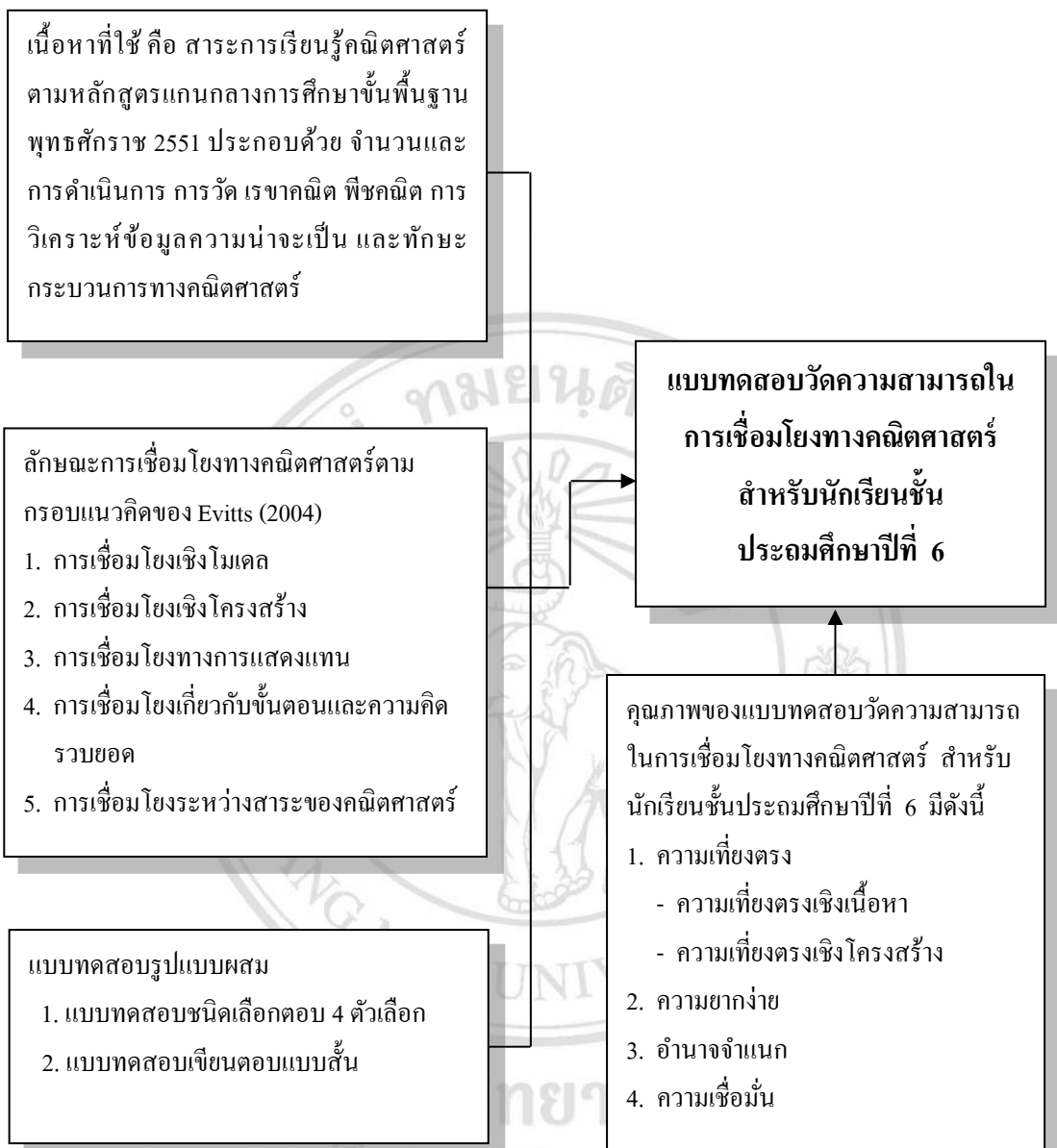
กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” มีแนวคิดซึ่งเป็นกรอบของการดำเนินงานวิจัย 2 ประการ ประกอบด้วย

1) การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) โดยมีลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 5 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงเชิงโมเดล การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด และการเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์

2) การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ โดยพิจารณาคุณภาพในด้าน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อสร้างแบบทดสอบที่ได้คุณภาพแล้วจะดำเนินการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) และคู่มือการใช้แบบทดสอบ เพื่อนำแบบทดสอบไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.1 แนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6