

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังนี้

- ความหมายของคณิตศาสตร์
- ความสำคัญของคณิตศาสตร์
- ธรรมชาติของคณิตศาสตร์
- จุดประสงค์ทั่วไปของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
- โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
- การวัดและประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
  - หลักการวัดและประเมินผลการเรียน
  - ขั้นตอนในการวัดและประเมินผลการเรียน
- คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ
- กระบวนการสร้างแบบทดสอบ
- ความสามารถทางคณิตศาสตร์
  - สมรรถภาพด้านความรู้ความเข้าใจ
  - สมรรถภาพด้านทักษะการคิดคำนวณ
  - สมรรถภาพด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
  - สมรรถภาพด้านการแก้โจทย์ปัญหา
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

### ความหมายของคณิตศาสตร์

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคณิตศาสตร์เพื่อจะได้ทราบแนวทางและขอบเขตวิชา ซึ่งพอจะกล่าวถึงความหมายโดยสังเขป ดังต่อไปนี้

คณิตศาสตร์ (Mathematics) ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ได้ให้ความหมายว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2538 : 164)

เวสเตอร์ (Webster) อธิบายว่า คณิตศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Sizes) รูปร่าง (Forms) และความสัมพันธ์ (Relation) โดยการใช้จำนวนเลข (Number) และ สัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องช่วย (Webster, 1980 : 1110)

ดังนั้นความหมายของคณิตศาสตร์จึงพอสรุปได้ว่า เป็นกลุ่มของวิชาต่าง ๆ ที่ว่าด้วยการคิดคำนวณ โดยอาศัยตัวเลขและสัญลักษณ์เป็นเครื่องมือวัด

### ความสำคัญของคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาควรให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจรักที่จะเรียนคณิตศาสตร์ และยอมรับว่าความรู้ที่ได้รับจากการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์คุ้มค่ากับการอดทนในการเรียนรู้ ซึ่งพอจะสรุปให้เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การดูเวลา การนับเวลา ล้วนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น
2. คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจโลก คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์เข้าใจและรู้จักปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทิศทางลม ฤดูกาล แรงดึงดูดของโลก โดยการอธิบายและคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์
3. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างเจตคติที่ถูกต้องทางการศึกษา คณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง รู้จักการแก้ไขให้ถูกต้องเมื่อพบสิ่งที่ไม่คาดคิดและรู้จักนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง เพราะต้องอาศัยความสามารถในการสังเกตอย่างถี่ถ้วน การวัดที่ระมัดระวังและการคิดเลขที่ถูกต้อง
5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนคิดสร้างสรรค์และถ่ายทอดมาสู่คนรุ่นหลัง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาวัฒนธรรมและความก้าวหน้าของมนุษย์ (วรณี โสมประยูร, 2526 : 228-230)

## ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเฉพาะซึ่งเป็นธรรมชาติของวิชาดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด เป็นการสร้างความคิดอันหนึ่งให้เกิดขึ้น ความคิดรวบยอดนี้เป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง โครงสร้างของคณิตศาสตร์ในรูปที่สมบูรณ์แล้ว จะเริ่มด้วยธรรมชาติ ซึ่งอาจจะเป็นทางพีสิกส์ ชีววิทยา เศรษฐศาสตร์ จิตวิทยา และอื่น ๆ เราพิจารณาเนื้อหาเหล่านี้แล้วสรุปในรูปโครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหานั้น ๆ ระบบจำลองนี้ประกอบด้วย อนิยาม นิยาม และสัจพจน์ จากนั้นเราจะใช้ตรรกวิทยาสรุปผลเป็นกฎหรือทฤษฎี แล้วนำผลเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในธรรมชาติต่อไป การที่เราทำดังนี้ก็เพื่อจะให้ความเข้าใจธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น ค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะช่วยเราในการควบคุม วางแผน และดำเนินการพัฒนาบุคคล สังคมและสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกันคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความจริงของสัมพันธ์ภาพและตรรกวิทยา คือ ทุกขั้นตอนจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก ถ้าเด็กได้เข้าใจได้เห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว เด็กจะเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างเพลิดเพลินไม่เบื่อหน่ายทำให้เป็นคนรักวิชานี้ กลายเป็นคนอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากความมีเหตุผลนั่นเอง
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ คณิตศาสตร์จะกำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้เป็นการสื่อความที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาษาอื่น ๆ เช่น  $5-2 = 3$  ทุกคนจะมีความเข้าใจว่าหมายถึงอะไร และคำตอบที่ได้จะเป็นอย่างเดียวกัน นอกจากนี้สัญลักษณ์ยังใช้ในการฝึกสมอง ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การพิสูจน์ที่ยุ่งยากซับซ้อน (สุรชัย ขวัญเมือง, 2522 : 3-7)

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จึงมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน

### จุดประสงค์ทั่วไปของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2535 : 18)

เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ ดังนี้

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะในการคิดคำนวณ
- 2) รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
- 3) รู้คุณค่าคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
- 4) สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิดและทักษะที่ได้จากการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จะประกอบด้วยพื้นฐานในด้านต่าง ๆ 5 พื้นฐาน คือ (กรมวิชาการ, 2534 : 18)

- 1) พื้นฐานทางจำนวน เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม เป็นต้น
- 2) พื้นฐานทางพีชคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางจำนวน เช่น สมการ
- 3) พื้นฐานทางการวัด เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องการวัดความยาว การชั่ง การตวง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ทิศ แขนง เวลา วัน เดือน ปี และเงิน เป็นต้น
- 4) พื้นฐานทางเรขาคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิต
- 5) พื้นฐานทางสถิติ เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการนำเสนอข้อมูลในรูป แผนภูมิและกราฟ

ดังนั้น การจัดโครงสร้างเนื้อหาคณิตศาสตร์ในแต่ละพื้นฐานจะจัดให้สัมพันธ์กัน เนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละพื้นฐานเป็นเรื่องที่จะต้องใช้อยู่หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เงิน

เวลา การชั่ง การตวง การวัดความยาว พื้นที่ แผนภูมิ การบวก ลบ คูณและหาร ฯลฯ การจัดเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น ได้จัดให้สอดคล้องมีความเหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน เนื้อหาแต่ละเรื่องจัดไว้ในชั้นต่าง ๆ จะมีลักษณะทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้วในชั้นก่อน ดังนั้นการเรียน การสอนแต่ละเรื่องไม่ได้เรียนเพียงครั้งเดียวแล้วยุติ แต่จะซ้ำและทบทวน แล้วจึงเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหานั้น ๆ ให้เหมาะสมกับวัยและชั้นเรียนที่สูงขึ้น

### การวัดและประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียน มีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาการสอนของครูให้ดียิ่งขึ้น ซึ่ง ชาวาล แพร์ตกุล (2518 : 4) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายในการวัดและประเมินผลการศึกษาว่า เพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ ทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนและเรียนดีขึ้น เพราะการวัดและประเมินผลจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่เรียนมา นักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง นอกจากนั้น ครูยังสามารถนำผลจากการประเมินไปพิจารณาปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนของนักเรียนและการสอนของครูบรรลุเป้าหมายตามต้องการ

วิรัช วรรณรัตน์ (2529 : 430-431) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อเนื่องกัน ทั้งนี้เพราะการวัดเป็นการกำหนดสัญลักษณ์หรือตัวเลขให้กับสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ต้องการจะวัด ส่วนการประเมินผลเป็นการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัดอย่างมีหลักเกณฑ์ ดังนั้นการวัดและประเมินผล การเรียนคณิตศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการวัดและประเมินผลการเรียน มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ผู้เรียนและผู้สอน โดยการนำผลของการวัดและประเมินผลมาตรวจสอบสภาพการเรียนการสอน และเพื่อให้ผลของการวัดและประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์มีคุณภาพที่เชื่อถือได้ จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จะต้องทำความเข้าใจเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ และนำไปปฏิบัติให้ถูกต้อง

การวัดผลคณิตศาสตร์ สามารถดำเนินการได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้การปฏิบัติจริงและใช้แบบทดสอบ ซึ่งแต่ละลักษณะของการวัดผลคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นถึงความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณ การแก้โจทย์และการหาเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ในทางปฏิบัติจริงจะแสดงวิธีทำเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นความสำคัญของการปฏิบัติจึงอยู่ที่งานที่ให้ปฏิบัติอย่างเหมาะสมและการตรวจผลงานอย่างมีคุณภาพ ข้อสอบจึงเป็นเครื่องมือวัดผลที่สำคัญและใช้มากที่สุดในโรงเรียน การเขียนข้อสอบจึงจำเป็นต้องให้สอดคล้องกับเนื้อหาและสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

การประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในทางปฏิบัตินั้นดำเนินการตามระเบียบว่าด้วยการประเมินผลการเรียนระดับประถมศึกษาแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการประเมินแต่ละภาคเรียนจะต้องได้ผลที่ได้จากการวัดผลไปเสนอในลักษณะการแจ้งจำนวนจุดประสงค์ที่ผ่านเกณฑ์และระดับผลการเรียนที่ได้ เนื่องจากประเมินผลการเรียนต้องอาศัยเทคนิคการวัดผล เครื่องมือในการวัดผลและผลที่ได้จากการวัดที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ ในทางปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ จึงมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินงานตามขั้นตอนกระบวนการดังกล่าว ดังนั้นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนในการวัดและประเมินผลการเรียน เพื่อจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพดังนี้

### 1. หลักการวัดและประเมินผลการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2534 : 12-13) ได้กล่าวถึงหลักการวัดและประเมินผลการเรียนไว้ว่า การวัดและประเมินผลการเรียนเป็นกระบวนการต่อเนื่องของการเรียนการสอน เป็นกลไกอันที่จะปรับปรุงการเรียนของผู้เรียนให้ดีขึ้น และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ อีกทั้งใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสอนของครูให้ดีขึ้น การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนต้องทำอย่างต่อเนื่องหรือเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย เมื่อพบว่าผู้เรียนคนใดมีความสามารถไม่ถึงเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์ควรจะได้ศึกษาว่า ผู้เรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใดแล้วทำการสอนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นจึงประเมินอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน เป็นการประเมินเพื่อตัดสินความสามารถของผู้เรียนซึ่งได้เรียนจบหลักสูตร มีผลเกี่ยวข้องถึงการให้เลื่อนชั้นด้วย

การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีลักษณะดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 : 14-18)

1. การวัดและประเมินผลก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน และความรู้เบื้องต้นก่อนเรียน เป็นการสำรวจความพร้อมทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเริ่มเรียน การสำรวจพื้นฐานเนื้อหา หรือเนื้อเรื่องที่จะเรียนและการสำรวจความรู้ในเรื่องที่จะเรียนก่อนเรียน

การสำรวจพื้นฐานเนื้อหาหรือเนื้อเรื่องที่จะเรียน เป็นการตรวจสอบว่าการที่ผู้เรียนจะเรียนเรื่องหนึ่งเรื่องใดนั้น จะต้องมีความรู้เรื่องอะไรมาก่อนบ้าง ควรจะประเมินเมื่อเริ่มต้นเรียนในบทเรียนใหม่หรือขึ้นหน่วยใหม่ เมื่อผู้เรียนมีพื้นฐานแล้วจึงเริ่มเรียนบทเรียนนั้น และถ้าผู้เรียนยังมีความรู้และทักษะไม่เพียงพอ ให้ผู้สอนดำเนินการซ่อมเสริมในพื้นฐานที่ต้องการมีมาก่อนนั้น การสำรวจพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์กระทำได้ง่าย เพราะเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นระบบมีความต่อเนื่องกันเป็นขั้นตอน

2. การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ในทางปฏิบัติเป็นการพิจารณาว่าผู้เรียนผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดในเอกสาร ป.02 หรือไม่ ถ้าผ่านก็ทำเครื่องหมายลงไปว่าผ่าน ถ้าไม่ผ่านเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องสอนซ่อมเสริม ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ควรจะวินิจฉัยหาข้อบกพร่องของผู้เรียนว่าเกิดจากสาเหตุใด แล้วดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ซึ่งบางครั้งก็ต้องปรับปรุงการสอนของครูด้วย

การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนนี้ จะต้องกระทำระหว่างเรียน มีการวัดผลตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้แต่ละจุดประสงค์ แล้วประเมินผลตัดสินว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์จุดประสงค์นั้น ๆ หรือไม่ การวัดและประเมินผลการเรียนในส่วนนี้ มีความสำคัญที่สุดในกระบวนการเรียนการสอน เพราะตามระเบียบการประเมินผลการศึกษา นั้น จะยึดจำนวนที่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษาพิจารณาเลื่อนชั้น ดังนั้นเมื่อครูผู้สอนพบว่าผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมใด จะต้องสอนซ่อมเสริมทันทีแล้วทำการวัดและประเมินผลใหม่จนกว่าจะผ่านจุดประสงค์ในกิจกรรมนั้น ซึ่งโดยวิธีนี้ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในส่วนนี้จะต้องทำบ่อยครั้ง เป็นระยะ ๆ ตลอดจนใช้เครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงตามจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหา

3. การวัดและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน หลังจากจบกระบวนการเรียนการสอนทุกกิจกรรมแล้ว ให้มีการประเมินผลปลายภาคและปลายปี โดยให้เลือกประเมินเฉพาะจุดประสงค์ที่สำคัญให้ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย เป็นกระบวนการเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถที่กำหนดไว้ในภาคเรียนนั้น ในการวัดและประเมินผลปลายปีก็ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการวัดและประเมินผลปลายภาคทุกประการ

การดำเนินการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ ในส่วนนี้มักจะดำเนินการโดยใช้แบบทดสอบและการปฏิบัติจริง ดังนั้นข้อสอบควรถามให้ครอบคลุมเนื้อหา กิจกรรมและลักษณะโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ส่วนการปฏิบัติจริงจะต้องกำหนดงานที่ให้ปฏิบัติอย่างเหมาะสม และการตรวจผลงานต้องมีคุณภาพ

## 2. ขั้นตอนในการวัดและประเมินผลการเรียน

การวัดและประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่มีระบบขั้นตอนในการปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อต้องการนำผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลการเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง จึงมีขั้นตอนในการวางแผนการวัดและประเมินผลดังนี้ (วิรัช วรรณรัตน์, 2529 : 441 - 443)

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย เป็นการพิจารณาเป้าหมายในการวัดและประเมินผลการเรียน ว่าต้องการทราบสิ่งใด หรือจะนำผลไปใช้ทำอะไร
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่วัดและประเมินผล เมื่อทราบเป้าหมายแล้ว จำเป็นต้องกำหนดสิ่งที่วัดและประเมินผล ทั้งทางด้านเนื้อหา และคุณลักษณะหรือพฤติกรรม เพื่อจะได้การวัดผลที่ตรงตามจุดมุ่งหมายและตรงในสิ่งที่ต้องการอย่างแท้จริง ในการดำเนินขั้นตอนนี้ถ้าให้สมบูรณ์เต็มรูปแบบแล้ว จะต้องทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์รายวิชา (Table of Specification) ทั้งนี้เพื่อต้องการทราบว่า จะทำการวัดเนื้อหาอะไร พฤติกรรมอะไร จุดประสงค์อะไร จำนวนมากน้อยเท่าไร
3. กำหนดเครื่องมือในการวัดและประเมินผล ขั้นตอนนี้เป็นการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินผลในลักษณะต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์มีอยู่หลายชนิด ในการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้นจะต้องใช้เครื่องมือหลาย ๆ อย่าง อย่างละหลาย ๆ ครั้ง และครั้งละมาก ๆ ข้อ  
ในการกำหนดเครื่องมือ ควรพิจารณาส่วนประกอบเหล่านี้คือ รูปแบบของคำถาม เวลาที่ใช้เครื่องมือ วิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้รับผิดชอบดำเนินงาน เวลาและทุนที่จะลงมือปฏิบัติ วิธีการตอบ วิธีการตรวจให้คะแนน และการเสนอผลจากการวัดและประเมินผล การเรียน
4. การสร้างเครื่องมือ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นลงมือเขียนข้อคำถามตามลักษณะเครื่องมือที่เลือก ในการดำเนินการสร้างนั้นจำเป็นต้องอาศัยขอบข่ายของเนื้อหา พฤติกรรม หรือโครงสร้างในเรื่องนั้น ๆ มาเป็นเกณฑ์หรือหลักในการสร้างข้อสอบชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจดำเนินการเป็นขั้นตอนประกอบด้วย การเขียนข้อคำถาม การพิจารณาเลือกคำถาม การเขียนคำอธิบายวิธีการใช้และตอบคำถาม การพิมพ์และอัดสำเนา และการทำเฉลย
5. การใช้เครื่องมือ เป็นการนำเครื่องมือไปใช้ในการสอบ จะต้องคำนึงถึงความยุติธรรม ถ้ามีผู้ดำเนินการหลายคน ควรจะมีการประชุมตกลงหรือจัดทำคู่มือดำเนินการสอบขึ้น เพื่อให้วิธีการสอบดำเนินไปในทางเดียวกัน
6. การตรวจและ การใช้ผลของการวัดและประเมินผลการเรียน เป็นขั้นการนำผลการปฏิบัติงานหรือคำตอบของผู้สอบ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลไปใช้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้
7. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ในขั้นตอนนี้ในทางปฏิบัติจะกระทำก่อนใช้จริง โดยการนำเครื่องมือไปทดลองใช้แล้วนำผลนั้นมาตรวจสอบคุณภาพก่อนว่าควรปรับปรุงส่วนใดบ้าง เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำไปใช้จริง แต่ในบางครั้งถ้าไม่มีเวลาอาจกระทำหลังจากการใช้



จริงก็ได้ เช่น การสอบในโรงเรียนที่ปฏิบัติกันอยู่ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือก่อนนำไปใช้ ดังนั้นในการแปลผลของการวัดจะต้องคำนึงถึงสิ่งนี้ด้วย ถ้าเครื่องมือผ่านการตรวจสอบค่าความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) ตลอดจนค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และความยากง่าย (Difficulty) แล้ว ก็จะทำให้การแปลผลมีความมั่นใจและเชื่อถือได้มากขึ้น

องค์การ อินทรมพรชัย (2528 : 33) กล่าวว่าในการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมหนึ่งของการสอนที่จะเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอน ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
2. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ ไม่ควรวัดและประเมินผลเฉพาะความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ควรครอบคลุมเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ความสำเร็จที่สัมพันธ์กับความถนัด นิสัยในการทำงาน ความเข้าใจ และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนด้วยความ
3. วิธีการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์มีหลายวิธี แต่จะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับผลที่ต้องการทราบ และจะต้องเป็นสิ่งที่สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถของนักเรียน แหล่งวิชาในโรงเรียนและชุมชนด้วย
4. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ ไม่ควรประเมินแต่เพียงความสำเร็จของนักเรียนโดยส่วนรวมเท่านั้น ควรพิจารณาความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนด้วย
5. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อจะตรวจสอบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคณิตศาสตร์ถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ดังนั้น การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์จึงขึ้นอยู่กับที่ตั้งจุดประสงค์ที่แจ่มชัดด้วย จุดประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างคลุมเครือไม่ชัดเจน จะไม่สามารถวัดและประเมินผลได้ถูกต้อง แน่นนอนตามที่ต้องการ
6. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ ครูควรตั้งคำถามไว้ในใจเสมอว่า นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมชนิดใดจึงจะถือว่าเป็นความสำเร็จหรือล้มเหลวในการเรียนรู้ พฤติกรรมที่ว่าจะต้องเกิดขึ้นในสถานการณ์อย่างไร และที่ไหน และจะสามารถบันทึกพฤติกรรมในชั้นเรียนปกติ และพฤติกรรมบางอย่างต้องประเมินด้วยแบบทดสอบ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นคณิตศาสตร์อย่างมาก เนื่องจากการวัดและประเมินผลจะช่วยให้ครูทราบสภาพของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการสอนของครู และยังช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องในการจัดการสอนคณิตศาสตร์ของตน ดังนั้นในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ครูควรดำเนินในเรื่อง การตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน การทดสอบนักเรียนระหว่างเรียน และการทดสอบเมื่อจบการสอน ในการวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัย

เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ดังนั้นครูจึงต้องมีความรู้ในเรื่องการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทดสอบนักเรียน เพื่อสามารถทำการวัดและประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้ตามสภาพที่แท้จริง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน เป็นเครื่องช่วยพัฒนาความคิด ความสามารถและสติปัญญาของผู้เรียน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะบรรลุตามเป้าประสงค์หรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะเกี่ยวกับเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ โดยการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีกิจกรรมเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน สอนอย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้นตอน สอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งจะต้องใช้กลวิธีการสอนต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ตลอดจนการใช้สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องจัดให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จบรรลุตามจุดประสงค์ของหลักสูตร

### คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ

ในการสอบวัดครั้งหนึ่ง ๆ นั้น ข้อสอบจำเป็นที่จะต้องให้มีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาและองค์ความรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน เพราะการใช้ข้อสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนนั้น เป็นเพียงตัวแทนของเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้วเท่านั้น ข้อสอบจึงต้องเป็นตัวแทนที่ดี เพราะผลการสอบวัดเป็นการสรุปถึงความสามารถโดยส่วนรวมของผู้เรียนในวิชานั้น ๆ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 41 – 45) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีดังนี้

1. มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ความเที่ยงตรงแบ่งเป็น 4 ลักษณะคือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการจะวัด ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายความว่า ข้อสอบนั้นประกอบด้วยข้อคำถามที่ถามเนื้อหาได้ตรงตามที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรอย่างครบถ้วน

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้สอดคล้อง ตรงตามที่กำหนดไว้ในทฤษฎี ในกรณีที่เป็นข้อสอบ หมายถึง ข้อสอบที่สร้างได้ครอบคลุมพฤติกรรม ตามที่วิเคราะห์ได้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรของรายวิชานั้น ๆ ถ้าพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมก็คือ ดูจากพฤติกรรมที่คาดหวังและเกณฑ์

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงในขณะนั้นของผู้สอบ ซึ่งดูได้จากการสังเกตหรือการสอบภาคปฏิบัติ

1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ช่วยให้สามารถทำนายผลในอนาคตได้ถูกต้อง แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูงคือ มีคะแนนจากแบบทดสอบฉบับนั้นสอดคล้องกับคะแนนผลการเรียนในอนาคต การที่จะสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรง คือ แบบทดสอบนั้นจะต้องถามให้ครอบคลุม (Comprehensive) หลักสูตรที่กำหนดไว้ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- 1) ถามทุกเรื่อง ทุกเนื้อหาที่มีในหลักสูตร
- 2) ถามพฤติกรรมกรเรียนรู้ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 3) ถามแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมอย่างได้สัดส่วนกัน พฤติกรรมใดมีความสำคัญมากเน้นมาก ก็ควรถามมากข้อ ถ้าสำคัญน้อยก็ถามน้อยข้อ

2. มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถให้ผลการวัดได้คงที่ ไม่ว่าจะนำเครื่องมือนั้นไปสอบวัดกี่ครั้งก็ตาม แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผลการวัดในแต่ละครั้งสอดคล้องกัน เช่น ในการสอบวัด 2 ครั้ง คนที่ได้คะแนนสูงในครั้งแรกจะได้คะแนนสูงในครั้งที่สอง คนที่ได้คะแนนต่ำในครั้งแรกก็จะได้คะแนนต่ำในครั้งที่สองเช่นกัน

การสร้างแบบทดสอบให้มีความเชื่อมั่นสูงก็คือ ข้อคำถามของแบบทดสอบนั้นจะต้องถามในสิ่งที่ควรถาม คือ ถามพฤติกรรมขั้นสูงและมีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมเนื้อหาในวิชานั้น ๆ

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) คือ มีลักษณะ 3 ประการ ได้แก่

- 3.1 คำถามมีความแจ่มแจ้งชัดเจน
- 3.2 การตรวจให้คะแนนชัดเจนทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครก็ตามตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน

3.3 การแปลความหมายคะแนนตรงกัน กล่าวคือ คะแนนที่ได้ บอกสถานภาพของผู้สอบได้ตรงกัน

แบบทดสอบปรนัยหรืออัตนัย เช่น ข้อสอบความเรียงสามารถสร้างให้มีคุณลักษณะทั้ง 3 ประการดังกล่าว แบบทดสอบนั้นก็จะเป็นปรนัยได้เท่าเทียมกัน

4. มีการถามลึก (Searching) หมายถึง ไม่ถามเพียงแค่พฤติกรรมขั้นความรู้ความจำตามตำรา หรือถามตามที่ครูสอน แต่ต้องพยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความรู้ความจำ

ได้แก่ ถ้ามพบพฤติกรรมความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แต่ถ้าจำเป็นต้องถามความรู้ความจำ ก็ควรถามสิ่งที่เป็นความคิดรวบยอด ถ้าข้อคำถามสามารถวัดพฤติกรรมขั้นสูงได้มากเท่าใด แบบทดสอบนั้นก็จะมีความค่ามากขึ้นเท่านั้น เพราะสามารถนำผลการสอบมาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนให้ก้าวหน้ากว่าเดิมได้ดี

5. มีความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ข้อคำถามของแบบทดสอบนั้นจะต้องไม่มีช่องทางแนะให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบในการเอาได้ถูก ไม่เปิดโอกาสให้คนเกียจคร้านที่ดูตำราลอก ๆ ตอบได้ ก็ต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงติดกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ การที่จะให้แบบทดสอบมีความยุติธรรมหรือความเสมอภาคได้ ข้อสอบนั้นจะต้องถามให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทุกประเภทของวิชานั้น ๆ

6. มีลักษณะช่วยเป็นเยี่ยงอย่างในทางดี (Exemplary) หมายถึงแบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่จะสร้างแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียน ไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมไม่ควรปฏิบัติตาม เพราะในช่วงเวลาของการสอบนั้น ผู้สอบมีโอกาสที่จะเรียนรู้จากข้อสอบได้จึงควรถามแต่สิ่งที่จะนำไปเป็นแบบอย่างที่ดีงาม จึงจะเป็นการดี เช่น

คำถาม 1 “ สิ่งใดที่สูบได้โดยไม่ผิดกฎหมาย ” (บุหรี กัญชา ฝิ่น)

คำถาม 2 “ การสูบบุหรี่ให้โทษอย่างไร ”

คำถาม 1 เป็นคำถามที่ไม่ควรถาม ควรเลี่ยงไปถามคำถาม 2 จะเหมาะสมกว่า เป็นต้น

7. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่สามารถจำแนกผู้สอบออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างถ่วงถี่ ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

8. มีความยากพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องไม่ยากเกินไป และง่ายเกินไป ผลการสอบโดยเฉลี่ยควรเท่ากับหรือสูงกว่า 50% ของคะแนนเต็มเล็กน้อย นั่นคือข้อสอบที่ยากมากถือว่าไม่มีประโยชน์ เพราะไม่สามารถเร้าผู้สอบให้แสดงคุณลักษณะที่ต้องการวัดออกมาได้ เพราะคนเก่งก็ยังไม่สามารถทำได้ ในทำนองเดียวกันแบบสอบที่ง่ายมากก็ถือว่าไม่มีประโยชน์เพราะทั้งคนเก่งคนอ่อนสามารถทำได้เหมือนกันหมด ทำให้ไม่มีอำนาจจำแนก ดังนั้นแบบทดสอบจึงควรมีความยากพอเหมาะในแต่ละข้อคำถามและโดยส่วนรวมทั้งฉบับ

9. มีลักษณะเฉพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่มีความชัดเจน ไม่คลุมเครือจนผู้สอบตีความหมายไปคนละอย่าง คำถามประเภททวนสองแง่สองมุมไม่ควรใช้คำถามนั้น แต่จะต้องให้ผู้สอบเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งว่าต้องการถามในแง่มุมใดเพื่อ ผู้สอบที่มีความสามารถในเรื่องนั้นอย่างแท้จริงจะต้องตอบได้ถูก

10. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องให้ผลการสอบวัดที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุด ในขณะที่ใช้เวลา แรงงานและเงินทุนในการสร้างอย่างประหยัดที่สุด การสร้างข้อสอบให้มีประสิทธิภาพควรคำนึงในเรื่องต่อไปนี้

10.1 ลักษณะคำถาม ควรเป็นคำถามที่ถามพฤติกรรมขั้นสูงให้มากข้อ ตลอดจนถามแต่สิ่งที่มีความสำคัญที่จะเป็นตัวแทนของมวลความรู้ในวิชานั้น ๆ

10.2 ความเหมาะสมของจำนวนข้อกับเวลา แบบทดสอบนั้นไม่ควรให้มีจำนวนข้อมากเกินไป ควรมีจำนวนข้อพอเหมาะแต่มีความครอบคลุมในเนื้อหาของวิชานั้น ๆ และเวลาที่ใช้ทำก็เหมาะสมไม่มากจนเกินไป

10.3 ความถูกต้องเรียบร้อยของตัวข้อสอบ คือ เป็นแบบทดสอบที่พิมพ์ถูกต้องชัดเจนไม่มีหน้าว่าง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถ้ามีความบกพร่องจะมีผลทำให้แบบทดสอบขาดประสิทธิภาพได้

### กระบวนการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพนั้น พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 47 – 56) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบไว้ว่ามี 6 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1. ขั้นวางแผน
2. ขั้นเตรียมงาน
3. ขั้นลงมือปฏิบัติ
4. ขั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ
5. ขั้นจัดพิมพ์
6. การจัดทำคู่มือการใช้

#### 1. ขั้นวางแผน

โดยทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบจะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าเสมอ ซึ่งในขั้นของการวางแผนนั้นควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทุกครั้งจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนและแน่นอนว่าเพื่อวัตถุประสงค์ใด เช่น

- เพื่อวัดความเจริญงอกงามในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาหรือบทเรียน
- เพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนคือการสอนเพื่อวินิจฉัย
- เพื่อนำผลมาใช้ในการลำดับความสามารถของนักเรียน เป็นต้น

การทราบจุดมุ่งหมายในการสอบวัดจะทำให้ทราบถึงลักษณะของข้อสอบที่จะนำไปใช้ เช่น

- ในกรณีที่ต้องตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ข้อสอบที่สร้างก็ควรออกเฉพาะเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานจำเป็นของวิชานั้นเท่านั้น และไม่ควรเป็นข้อสอบที่ยากเกินไป อาจมีความยากอยู่ประมาณ 60 – 70% เป็นต้น

- ในกรณีที่ต้องการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียน แบบทดสอบที่สร้างจะออกตามเนื้อหาเป็นตอน ๆ ซึ่งแต่ละตอนจะมีจำนวนข้อคำถามมากข้อเพื่อวัดอย่างละเอียดและควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย

- ในกรณีที่เป็นข้อสอบคัดเลือก ก็ควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก เป็นต้น

1.2 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ขั้นนี้เป็นการกำหนดรายละเอียดของหัวข้อเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งถ้าสามารถกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะออกข้อสอบได้เหมาะสมก็จะช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง การที่จะสามารถกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้เป็นอย่างดีนั้นต้องอาศัยการศึกษาหลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.3 กำหนดชนิดและรูปแบบข้อสอบ เนื่องจากการสอบวัดหรือประเมินผลผู้เรียนนั้น สามารถใช้เครื่องมือได้หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบก็เหมาะที่จะใช้วัดพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ในการสอบวัดจึงต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ชนิดและรูปแบบของแบบทดสอบให้เหมาะสม

1.4 กำหนดส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในการออกข้อสอบและในการสอบ ได้แก่ การกำหนดเวลาในการออกข้อสอบ บุคลากรในการออกข้อสอบ เวลาในการสอบ วิธีการสอบ กระจายคำตอบวิธีการตรวจให้คะแนน วิธีการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ และวิธีการรายงานผลการสอบ เป็นต้น

## 2. ขั้นเตรียมงาน

ขั้นนี้เป็นการเตรียมสิ่งต่าง ๆ ที่จะต้องใช้และเอื้ออำนวยต่อการสร้างแบบทดสอบได้แก่

2.1 หลักสูตร หนังสือแบบเรียน แผนการสอน คู่มือครู

2.2 ทำการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาที่จะออกข้อสอบ พร้อมกับบันทึกผลในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการพิมพ์ การอัดสำเนา

2.4 กระจายคำตอบและอื่น ๆ

### 3. ขั้นลงมือปฏิบัติ

ขั้นนี้เป็นขั้นลงมือเขียนข้อสอบซึ่งมีหลักปฏิบัติดังนี้

3.1 ผู้เขียนข้อสอบควรจะทราบคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับผู้เขียนข้อสอบและเทคนิคการเขียนข้อสอบชนิดต่าง ๆ เทคนิคการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด

3.2 การเขียนข้อสอบจะต้องยึดผลวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก

3.3 หากมีปัญหาด้านเนื้อหาหรือด้านเทคนิควิธีการเขียนข้อสอบ หากเขียนในรูปแบบของคณะกรรมการก็ควรมีการประชุมตกลงกัน หากเขียนข้อสอบคนเดียวก็ควรปรึกษาผู้รู้และผู้เชี่ยวชาญในการเขียนข้อสอบหรือนักวัดผล

### 4. ขั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ

ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงข้อสอบ ซึ่งแยกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

4.1 ขั้นประเมินเบื้องต้น เป็นขั้นของการวิจารณ์ข้อสอบ โดยอาจจะให้บุคคลอื่นหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ เป็นการพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกให้ดีขึ้น การวิจารณ์ข้อสอบเป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1. ข้อคำถามวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่
2. ข้อคำถามมีคำตอบถูกที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวหรือไม่
3. ข้อคำถามชัดเจนเข้าใจตรงกันหรือไม่
4. ข้อคำถามใช้ภาษารัดกุมเหมาะสมกับระดับขั้นของนักเรียนหรือไม่
5. ในกรณีที่เป็นข้อสอบเลือกตอบ ควรพิจารณาส่งต่อไปนี้ด้วย
  - ตัวลวงเหมาะสมหรือไม่
  - การเรียงคำถามเรียงถูกต้องตามหลักหรือไม่ เช่น เรียงตามลำดับเนื้อหา เรียงจากง่ายไปหายาก เป็นต้น
  - การเรียงตัวเลือกในแต่ละข้อเรียงเหมาะสมสวยงามหรือไม่

ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณา ผู้เขียนข้อสอบจะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพในเบื้องต้นก่อนจะนำไปทดลองจริง

4.2 ขั้นตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลอง ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาและนำไปปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะนำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลอง (Try out) และเมื่อนำไปทดลองแล้วจะต้องนำมาตรวจคะแนนและทำการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งเป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1. ความยากง่าย (Difficulty)

## 2. อำนาจจำแนก (Discrimination)

การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis) ผลการตรวจสอบจะทำให้ทราบว่าข้อสอบใดยากหรือง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดจำแนกเด็กเก่งเด็กอ่อนออกจากกันได้หรือไม่ และทำให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดตัวเลือกดีหรือไม่ดี ซึ่งจะช่วยให้ปรับปรุงข้อสอบได้ตรงจุด

3. หากค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ยจะทำให้ทราบว่า ข้อสอบทั้งฉบับมีความยากง่ายอยู่ในระดับใด ส่วนค่าความแปรปรวนจะทำให้ทราบว่ากลุ่มที่ใช้ในการทดลองข้อสอบนั้นมีความสามารถแตกต่างกันหรือกระจายกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการปรับปรุงข้อสอบ

ในการตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลอง อาจมีการตรวจสอบมากกว่า 1 ครั้ง หากผลการทดลองครั้งแรก ผลการวิเคราะห์รายข้อและรายตัวเลือกไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะต้องนำข้อสอบนั้นมาปรับปรุงและนำไปทดลองใหม่จนกว่าจะได้คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ขั้นตรวจสอบขั้นสุดท้าย ข้อสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจนได้คุณภาพของข้อสอบในเรื่องของความยากและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำข้อสอบนั้นไปทดสอบกับคนกลุ่มใหญ่ที่ครอบคลุมความสามารถทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อนกระจายกัน แล้วทำการประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายและสร้างเกณฑ์ปกติ การประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายเป็นการหาค่าต่อไปนี้

1. ความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ
2. ค่าสถิติพื้นฐานทั้งฉบับ

## 5. ขั้นจัดพิมพ์

การจัดพิมพ์กระทำภายหลังการประเมินคุณภาพของข้อสอบแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ ดังนี้

5.1 การจัดพิมพ์ขั้นต้น กระทำภายหลังการวิจารณ์ข้อสอบและปรับปรุงแก้ไขขั้นต้นเพื่อที่จะนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งแรก ในการเตรียมต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์งานที่ต้องกระทำคือ

1. การเรียงข้อสอบอาจจะเรียงลำดับตามเนื้อหาหรือเรียงจากง่ายไปยาก
2. การวางรูปแบบข้อสอบให้พอเหมาะกับหน้ากระดาษ
3. การเขียนคำชี้แจงในการดำเนินการสอบรวมถึงการระบุจำนวนข้อสอบ เวลาในการทำและการกรอกหัวกระดาษคำตอบ

4. ความชัดเจนในการพิมพ์และความสะอาดเรียบร้อย
5. การพิสูจน์อักษรต้องกระทำอย่างรอบคอบอย่าให้มีที่ผิด
6. การอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด



5.2 การจัดพิมพ์ภายหลังการทดลอง กระทำภายหลังการนำข้อสอบไปทดลองในแต่ละครั้ง และได้หาคุณภาพของข้อสอบและปรับปรุงข้อสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำข้อสอบนั้นมาทำต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์ใหม่ ในขั้นนี้จะต้องพิจารณาเรื่องต่อไปนี้

1. จัดเรียงข้อสอบใหม่ โดยเรียงตามลำดับเนื้อหาและในแต่ละเนื้อหาเรียงตามผลการวิเคราะห์จากข้อง่ายไปหาข้อยาก (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ)
2. เรียงตัวเล็กลูกให้สวยงาม อาจเรียงจากข้อความสั้นไปหาข้อความยาว (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ)
3. ตรวจสอบสำนวนภาษาให้เหมาะสม
4. ตรวจสอบความชัดเจนในการพิมพ์และความสะอาดเรียบร้อย
5. ทำการพิสูจน์อักษรอย่างรอบคอบ ให้มีความถูกต้อง
6. การอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด

5.3 การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เป็นการพิมพ์ครั้งสุดท้ายหลังจากการหาคุณภาพและปรับปรุงแบบทดสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในขั้นนี้ควรพิจารณาเพิ่มจาก 2 ชั้นแรก ดังนี้

1. ตรวจสอบจำนวนข้อสอบให้ครบถ้วนตามกำหนด
2. สำนวนการเรียงข้อสอบใหม่
3. ตรวจสอบการจัดวางข้อความรูปภาพให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษ
4. ตรวจสอบคำชี้แจงการทำข้อสอบอีกครั้งให้มีหัวข้อต่าง ๆ ครบถ้วน ได้แก่ ชื่อวิชา ที่สอบ วิธีการสอบ วิธีคิดข้อสอบ ซึ่งควรมีตัวอย่างประกอบการกรอกหวักระดาษคำตอบ จำนวนข้อและเวลาที่ให้ทำ

## 6. การจัดทำคู่มือการใช้

การเขียนคู่มือการใช้ (Test Manual) ประกอบด้วยการให้รายละเอียดของหัวข้อสำคัญต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ
2. วิธีการใช้และวิธีดำเนินการสอบ
3. วิธีการตรวจให้คะแนน
4. การแปลความหมายคะแนน
5. เกณฑ์ปกติ

## ความสามารถทางคณิตศาสตร์

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติคาดหวังให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ถูกต้องรวดเร็ว และนำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

### 1. สมรรถภาพด้านความรู้ความเข้าใจ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 47) ได้ให้ความหมายของความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐานว่า หมายถึง ความสามารถในการบอก อธิบาย หรือสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนหรือความสามารถนำความรู้ความเข้าใจมาสัมพันธ์กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ของความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2539 : 48)

- 1) บอกความหมายของสัญลักษณ์/ ชนิดของเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์
- 2) อธิบายความหมายของสัญลักษณ์/ เครื่องหมายคณิตศาสตร์
- 3) แปลความหมายจากภาพเป็นสัญลักษณ์ หรือจากสัญลักษณ์เป็นภาพ
- 4) บอกขั้นตอน วิธีการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ฯลฯ

### 2. สมรรถภาพด้านทักษะการคิดคำนวณ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 128) กล่าวว่า ทักษะในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Operations) ได้แก่ ความคล่องในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ ซึ่งในการทดสอบจะนิยมให้คำนวณเฉพาะตัวเลขเท่านั้น ไม่ต้องตั้งเป็นโจทย์ปัญหาให้คิดคำนวณ

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2536 : 366) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณว่าเป็นแบบทดสอบวัดความเร็วและแม่นยำในการคิดคำนวณ ลักษณะของคำถามส่วนมากจึงเป็นตัวเลขโดด ๆ ถ้าจะใช้โจทย์ปัญหาก็ต้องเป็นโจทย์ปัญหาง่าย ๆ เพราะไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง

ศุรชัย ขวัญเมือง (2522 : 252-229) แบ่งทักษะการคิดคำนวณออกเป็น 3 ด้านคือ ความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ และความสามารถในการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา ลักษณะการทดสอบเป็นการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ และหาร ตัวเลข (Comperational Skills) ไม่มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย

โสภณ บำรุงสงค์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520 : 222) กล่าวว่าไว้ว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ เป็นความสามารถด้านการคิดเลขได้อย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำและชำนาญในการบวก ลบ คูณ และหาร

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2533 : 43) กล่าวว่า ทักษะในการคิดคำนวณได้แก่ การวัดความรู้ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เช่น ระลึกถึงแบบฝึกหัดที่ทำไปแล้วโดยไม่มีกระบวนการตัดสินใจ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งเป็น 3 ชั้นคือ

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) หมายถึง การถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบหรือแบบเกี่ยวกับที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้

2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) หมายถึง การถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใดและไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

3) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการของกระบวนการคิดคำนวณในแบบที่ได้เรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มีได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ของตนเอง เช่น ลำดับขั้นตอนในการหารยาว ลำดับขั้นตอนในการหาตัวคูณร่วมน้อย หรือตัวหารร่วมมาก

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2539 : 40) ได้กล่าวถึงความหมายของการวัดทักษะการคิดคำนวณว่า เป็นการตรวจสอบความสามารถของนักเรียน ในการคิดหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและรวดเร็ว ข้อคำถามจะประกอบด้วยตัวเลขและเครื่องหมาย บวก ลบ คูณ และหาร เพราะไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาทำให้ ผู้สอบต้องแปลความหรือแก้ปัญหา แต่ถ้ามีภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องจะเป็นลักษณะของคำสั่งหรือการบอกจุดมุ่งหมายของข้อคำถาม

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2540 : 8-9) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถทางการคิดคำนวณ (Numerical Ability) ไว้ว่า เป็นการวัดความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น ทักษะการคิดคำนวณระดับ

พื้นฐาน ความสามารถด้านเหตุผลเชิงปริมาณ (Quantitative Reasoning) การวิเคราะห์เปรียบเทียบ และการประเมินข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ และประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบของจำนวนหรือปริมาณ การวัดความสามารถทางการคิดคำนวณกระทำใน 4 องค์ประกอบย่อยคือ

1) ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Mathematical Ability) ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์จะครอบคลุมการใช้ Operations พื้นฐาน เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และความสามารถในการตีความ และแก้ปัญหาโจทย์ที่ต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการในคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น เช่น เศษส่วน ทศนิยม ร้อยละ กำไร – ขาดทุน ระยะทาง พื้นที่ ปริมาณ เวลา สมการ เรขาคณิตเบื้องต้น พีชคณิตเชิงเส้นขั้นพื้นฐานและกราฟ เป็นต้น

2) ความสามารถด้านการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (Quantitative Comparison) ข้อสอบด้านนี้วัดความสามารถของผู้เรียนในการคำนวณหาเหตุผล และเปรียบเทียบขนาดของปริมาณ 2 ปริมาณอย่างรวดเร็วและแม่นยำว่าปริมาณใดมีขนาดใหญ่กว่า เล็กกว่า เท่ากันหรือเปรียบเทียบกันไม่ได้เพราะข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ การคำนวณและการหาเหตุผลจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในวิชาพีชคณิต เลขคณิต และเรขาคณิต

3) ความสามารถในการตีความข้อมูล (Data Interpretation) ข้อสอบด้านนี้วัดความสามารถของผู้เรียนด้านการอ่าน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่เสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ สมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสังเคราะห์ข้อมูล และการเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อตอบปัญหา

4) การประเมินความเพียงพอของข้อมูล (Evaluation of Data Sufficiency) เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์และตีความปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาและจำแนกความเหมาะสมของข้อมูลในการแสวงหาคำตอบ และการประเมินความเพียงพอของข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

จากความหมายและลักษณะของการวัดทางการคิดคำนวณในวิชาคณิตศาสตร์ตามที่มีผู้ให้ความหมายไว้ดังกล่าว สรุปได้ว่า การวัดทักษะการคิดคำนวณในวิชาคณิตศาสตร์เป็นการวัดความถูกต้อง รวดเร็วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ความรู้ ความจำที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วโดยอาศัยการบวก การลบ การคูณ และการหารเป็นสำคัญ ลักษณะของแบบทดสอบจะไม่มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องให้นักเรียนต้องแปลความ โดยจะวัดจากเนื้อหาในโครงสร้างพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 2 พื้นฐาน คือ จำนวน และเรขาคณิต

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะการคิดคำนวณ (สำนักงานคณะกรรมการ  
การประถมศึกษาแห่งชาติ, 2539 : 58)

- 1) คิดหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์
- 2) คิดหาคำตอบจากโจทย์คำนวณ
- 3) คิดหาคำตอบจากการแทนค่าสูตรต่าง ๆ
- 4) คิดคำนวณหาพื้นที่ที่กำหนด
- 5) แสดงวิธีการคำนวณ

ฯลฯ

### 3. สมรรถภาพด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 213) กล่าวถึงความหมาย  
ของสมรรถภาพด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการ  
จำแนก การจัดกลุ่ม การหาความสำคัญ และการสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผลจากข้อมูลทางคณิตศาสตร์  
อย่างมีหลักการ

นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 70-100) ได้  
อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถแต่ละด้านที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพด้านกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการจำแนก หมายถึง ความสามารถในการบอกความเหมือน หรือบอก  
ความแตกต่าง หรือแยกประเภทข้อมูลทางคณิตศาสตร์ โดยยึดเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่บอกได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการจำแนก ได้แก่

- บอกความแตกต่างของข้อมูล
- แยกประเภทข้อมูล
- จำแนกข้อมูลที่ไม่เข้าพวก
- บอกเกณฑ์ในการจำแนก

วิธีการเขียนข้อคำถามวัดการจำแนก

1) กำหนดข้อมูลขึ้นมาชุดหนึ่ง ให้มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ เช่น ข้อมูลรูปเรขาคณิตก็  
เป็นรูปเรขาคณิตทั้งหมด หรือถ้าเป็นจำนวนก็เป็นจำนวนทั้งหมด

2) หารักร่วมของข้อมูลชุดนั้น เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความแตกต่างของ  
ข้อมูลชุดนั้น

- ถ้าข้อมูลมี 1 เกณฑ์ ไม่ต้องกำหนดเกณฑ์ให้

- ถ้าข้อมูลมีมากกว่า 1 เกณฑ์ ต้องกำหนดเกณฑ์

3) ข้อคำถามมักจะมีคำปฏิเสธ เช่น ไม่ใช่ ไม่เข้าพวก ต่างพวก ทุกข้อเป็น...ยกเว้น  
ต่างชนิด

4) ถ้าข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ ตัวเลือกที่ใช้ควรเพิ่มความซับซ้อนในการคิดหาคำ  
ตอบ ไม่ควรใช้ตัวเลือกที่วัดความจำ

3.2 ความสามารถในการจัดกลุ่ม หมายถึง ความสามารถในการจัดแยกข้อมูลทางคณิตศาสตร์  
เป็นกลุ่มย่อยโดยใช้เกณฑ์

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความสามารถในการจัดกลุ่ม ได้แก่

- จัดกลุ่มของข้อมูล หรือจัดเข้าพวก
- บอกเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

ฯลฯ

วิธีการเขียนข้อคำถามวัดการจัดกลุ่ม

1) กำหนดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาชุดหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเอกพันธ์  
เช่น ข้อมูลรูปเรขาคณิตทั้งหมด ฯลฯ

2) ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมีจำนวนเพียงพอที่จะจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้มากกว่า 1 กลุ่ม อาจ  
ใช้รูปภาพหรือข้อความก็ได้

3) คำสั่ง/ คำถามที่ใช้ เช่น ถามจำนวนกลุ่มที่จัดให้จัดกลุ่มข้อมูล ถามจำนวนกลุ่มที่  
จัดได้พร้อมบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัด

4) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรถามการจัดกลุ่มโดยใช้รูปร่าง จำนวน  
ขนาด เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา แต่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้เกณฑ์ประเภท  
นามธรรม เช่น ใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ แทนสมมาตร ฯลฯ

3.3 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ หมายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลตั้งแต่  
2 ข้อมูลขึ้นไป ว่ามีความเกี่ยวข้องในลักษณะใด หรือเป็นการนำความเกี่ยวข้องนั้นไปเชื่อมโยง  
ในการหาคำตอบที่โจทย์กำหนด

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์  
ได้แก่

- บอกความเกี่ยวข้อง/ ความสัมพันธ์ของข้อมูล

ฯลฯ

### วิธีการเขียนข้อคำถาม

- 1) กำหนดข้อมูลขึ้นมาชุดหนึ่ง ให้ข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
- 2) ข้อมูลนั้นอาจมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันภายในชุด หรือมีความสัมพันธ์กับตัวเลือก
- 3) ข้อคำถามให้ถามความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์หรือไม่สัมพันธ์ เช่น
  - ข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด
  - ข้อใดไม่สัมพันธ์กัน
  - .....เกี่ยวข้องกับข้อใด

3.4 ความสามารถสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลมาจำแนกจัดกลุ่ม หรือหาความสัมพันธ์ แล้วลงความเห็นข้อมูลตามประเด็นสำคัญอย่างมีเหตุผล

ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความสามารถสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผลได้แก่

- การลงความเห็น
- การลงสรุป

### วิธีการเขียนข้อคำถามวัดการสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผล

- 1) กำหนดสถานการณ์/ ข้อมูลให้ โดยข้อมูลนั้นอาจเป็นตัวเลข รูปภาพ หรือข้อความ
- 2) สถานการณ์/ ข้อมูลที่กำหนดจะต้องสัมพันธ์กันลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
- 3) การตั้งคำถาม ถามได้หลายลักษณะ เช่น
  - ให้ข้อสรุปมา แล้วถามหาเหตุผลของข้อสรุปนั้น
  - ถามเฉพาะข้อสรุป
  - ถามทั้งข้อสรุปและเหตุผล
- 4) ข้อคำถามที่มักจะใช้ เช่น
  - ข้อใดสรุปถูกต้อง
  - ข้อสรุปใดกล่าวผิด
  - .....=.....เพราะเหตุใด
  - จากข้อมูลสรุปได้อย่างไร

#### 4. สมรรถภาพด้านการแก้โจทย์ปัญหา

อดัมส์ (Adams, 1977 : 17) ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและต้องมีการตัดสินใจ ลงมือกระทำเพื่อหาคำตอบ โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่เป็นภาษา (Word Problem) ปัญหาที่เป็นเรื่องราว (Story Problem) ปัญหาที่เป็นคำพูด (Verbal Problem) นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างระหว่างปัญหา และแบบฝึกหัด คือ ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีการตัดสินใจและลงมือกระทำ ส่วนแบบฝึกหัดไม่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจเท่ากับปัญหา

แครมเมอร์ (Kramer, 1978 : 478) ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่า เป็นปัญหาเชิงปริมาณที่ใช้ภาษาอธิบายสถานการณ์ โดยในสถานการณ์นั้นประกอบด้วยคำถามที่บุคคลไม่สามารถตอบได้เลยในขณะนั้น

นวลจิต ธิรพัฒน์พันธ์ (2533 : 55) ให้ความหมายโจทย์ปัญหาว่า หมายถึง คำถามทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขที่จะต้องตีความหมายของข้อความนั้นเสียก่อนจึงจะดำเนินการหาคำตอบ

จำลอง มาศจิตต์ (2535 : 38) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง คำถามทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องแปลออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่โจทย์กำหนดให้ และส่วนที่โจทย์ให้หาคำตอบ

อุบลรัตน์ แซ่ด่าน (2538 : 9) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหา คือ สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งใช้ภาษาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณที่ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องอ่านเก็บรายละเอียดเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำหนดให้ และพิจารณาเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนรู้มาแล้วคิดคำนวณหาคำตอบ

จากการให้นิยามโจทย์ปัญหาย่างสั้น พอสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยตัวเลขและข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ประกอบในการแก้ปัญห

##### 4.1 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการศึกษาวิทยาการต่าง ๆ จุดมุ่งหมายที่สำคัญอันหนึ่งของการศึกษา ก็คือ เพื่อใช้แก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ เป็นต้น ลักษณะปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในแต่ละศาสตร์อาจจะแตกต่างกันออกไป แต่ขั้นตอนในการแก้ปัญหามีความคล้ายคลึงกัน และเนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานการศึกษาวิทยาการแขนงอื่น ๆ ทั้งยังเป็นศาสตร์เกี่ยวกับการคิดและเหตุผล ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์



สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2539 : 112) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาไว้ 3 ลักษณะ คือ

- 1) มีสิ่งที่กำหนดให้
- 2) มีสิ่งที่ต้องการทราบ
- 3) มีเงื่อนไขที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการทราบ ซึ่ง

สามารถแปลงเป็นวิธีดำเนินการอันจะนำไปสู่การคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ

ชัยเขนทร์ เมืองแมน (2533 : 7) กล่าวว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1) ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ
- 2) ปัญหาที่ให้พิสูจน์

สำหรับโจทย์ปัญหาของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจะเป็นโจทย์ปัญหาที่อยู่ในลักษณะปัญหาให้ค้นหาคำตอบ เพราะวุฒิภาวะของนักเรียนในระดับประถมศึกษายังไม่พร้อมที่จะแก้ปัญหาคำถามที่ต้องการให้พิสูจน์

ปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบเป็นปัญหาประเภทที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม เช่น เลขคณิต สิ่งที่ต้องการให้หาอาจได้แก่ ผลบวก ผลต่าง ผลคูณ หรือผลหารของจำนวน เศษที่ได้จากการหาร การแปลงเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม กำไร - ขาดทุนในพีชคณิต สิ่งที่ต้องการให้หาอาจเป็นค่าของตัวแปร จำนวนที่มีสมบัติเฉพาะบางประการในเรขาคณิต สิ่งที่ต้องการให้หาอาจเป็นการสร้างต่าง ๆ ทางเรขาคณิต การหาพื้นที่ ปริมาตร และการวัดต่าง ๆ เป็นต้น

ส่วนสำคัญของปัญหาให้ค้นหาคำตอบ แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

- 1) สิ่งที่ต้องการหา
- 2) ข้อมูลที่กำหนดให้
- 3) เงื่อนไขเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งที่ต้องการหาคำตอบกับข้อมูลที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ซื้อของมาชิ้นหนึ่งราคา 50 บาท ขายไป 56 บาท จงหาว่าได้กำไรกี่บาท

สิ่งที่ต้องการหา : กำไร

ข้อมูลที่กำหนด : ราคาทุน 50 บาท ราคาขาย 56 บาท

เงื่อนไข : กำไร = ราคาขาย - ราคาทุน

ตัวอย่าง ซ้อมะม่วงมา 4 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 5 ผล ได้มะม่วงมาทั้งหมดกี่ผล

สิ่งที่ต้องการหา : จำนวนมะม่วงที่ซื้อ

ข้อมูลที่กำหนด : ซ้อมะม่วงมา 4 กิโลกรัม

: มะม่วงกิโลกรัมละ 5 ผล

เงื่อนไข : มะม่วงแต่ละกิโลกรัมมีจำนวนเท่ากัน

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ (2537 : 1) กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์  
ว่ามี 6 ประเภท คือ

1) แบบฝึกหัดสำหรับการคิดคำนวณ เป็นแบบฝึกหัดสำหรับการคิดคำนวณที่ต้องอาศัย  
ความรวดเร็วและแม่นยำในการหาคำตอบ เช่น  $5 + 2$ ,  $56 - 23$ ,  $34 \times 17$ ,  $17\%$  ของ 56 เป็นต้น

2) โจทย์ปัญหาอย่างง่ายหรือโจทย์ปัญหาชั้นเดียว เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปใน  
หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เช่น

- ส้ม 440 ผล เน่าเสีย  $\frac{1}{5}$  คิดเป็นส้มเน่ากี่ผล

- ปลาทุ 50 เ่ง เ่งละ 5 ตัว รวมเป็นปลาทุทั้งหมดกี่ตัว

3) โจทย์ปัญหาเชิงซ้อนหรือโจทย์ปัญหาหลายชั้น เช่น ไข่ไก่ 40 ถาด ถาดละ 10  
ฟอง นำมาจัดเป็นถาดถาดละ 8 ฟอง จะได้กี่ถาด จากการติดตามและประเมินผลพบว่า นักเรียน  
จะมีปัญหาหรือประสบความยุ่งยากในการทำโจทย์ปัญหาประเภทนี้ค่อนข้างมาก

4) ปัญหาประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการฝึกหรือส่งเสริมให้นักเรียนนำปัญหา  
คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จัดว่าเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนกว่าโจทย์  
ปัญหาในข้อ 2 และข้อ 3 ตัวอย่างเช่น ถามว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าในระยะเวลา 1 ปีที่ผ่านมา  
นี้ น้ำที่ใช้ในโรงเรียนของเราหมดไปเท่าใด เราสามารถลดปริมาณการใช้ลงได้บ้างไหม การลด  
ปริมาณการใช้น้ำดังกล่าว น่าจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณปีละเท่าใด เป็นต้น

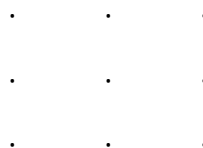
ปัญหาในลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับทักษะทางคณิตศาสตร์หลายอย่าง นักเรียนจะต้องมี  
ความสามารถในการวางแผนเก็บและรวบรวมข้อมูล จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง ใช้วิธีการอย่างไร  
และจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่าง ๆ เช่น ความรู้ในเรื่องการวัด การคิดคำนวณ  
เรขาคณิต การคาดคะเน สถิติ เป็นต้น การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาในลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริม  
เจตคติหรือคุณค่าต่อคณิตศาสตร์ได้มาก

5) ปัญหาเชิงกระบวนการ เป็นปัญหาที่ฝึกให้นักเรียนคิดค้นหรือสร้างวิธีการคิดที่  
สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้เร็วยิ่งขึ้น ปัญหาลักษณะนี้นักเรียนจะไม่เคยรู้เทคนิค  
หรือวิธีการคิดดังกล่าวมาก่อนเลย ตัวอย่างเช่น การบวกจำนวน 1 ถึง 100 หรือการนับรูป

สี่เหลี่ยมจัตุรัสในกระดานหมากรุก เป็นต้น การฝึกแก้ปัญหาในลักษณะนี้เป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน

6) ปัญหาเชิงปริศนา เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปริศนาต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอไป หรือไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และเมื่อพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งอย่างใดแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องนำไปใช้แก้ปัญห่อื่นได้ด้วย ตัวอย่างเช่น

- จงลากเส้นตรง 4 เส้น ให้ผ่านจุดทุกจุด โดยไม่ต้องยกปากกาหรือดินสอ



- ให้เอาไม้จิ้มฟันออก 5 อัน โดยมีข้อแม้ว่าให้เหลือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพียง 3 รูป เท่านั้น



จากที่กล่าวมาได้แสดงให้เห็นว่าโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภท แต่สำหรับโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยศึกษานั้นเป็นโจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบหรือถ้าจะจัดให้เข้าประเภทของโจทย์ปัญหาของกรมวิชาการก็จัดได้ว่าเป็นโจทย์ปัญหาเชิงซ้อนเป็นส่วนใหญ่

#### 4.2 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

อุบลรัตน์ แซ่ด่าน (2538 : 13) กล่าวว่า ในการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีบทบาทที่สำคัญที่สุดคือ ครู ครูจะต้องมีบทบาทที่สำคัญในการฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการทำ ความเข้าใจโจทย์ปัญหา มีความรู้ความสามารถพื้นฐานและเจตคติที่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหา สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

คณะอนุกรรมการการพัฒนาและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524 : 141) ได้ กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนควรจะต้องได้รับ

การฝึกฝนให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐาน และมีองค์ประกอบในด้านเจตคติที่จะช่วยเป็นพลังสำคัญยิ่งในการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มีมโนคติและทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ
- 2) มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ
- 3) มีความสามารถในการแปลข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือแผนการ
- 4) มีความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่างข้อความที่มีอยู่กับประสบการณ์เดิม
- 5) มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบและหาข้อสรุป

6) มีความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น

7) มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการคิดแก้ปัญหา

เฮนนี่ (1971 : 223 – 224) ได้รวบรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการอ่าน ความเข้าใจในแนวคิดของปัญหา การตีความหมายอย่างมีเหตุผล การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ วิธีการคิดคำนวณที่ถูกต้อง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันในการเขียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จอห์นสัน และไรซิง (1968 : 108) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งจะต้องประกอบด้วย

- 1) การมองเห็นภาพ (Visualising)
- 2) การจินตนาการ (Imagining)
- 3) การจัดทำอย่างมีทักษะ (Manipulating)
- 4) การวิเคราะห์ (Analysing)
- 5) การสรุปในเชิงนามธรรม (Abstracting)
- 6) การเชื่อมโยงความคิด (Associating ideas)

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก (2531 : 1) กล่าวว่า ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละครั้งนักเรียนย่อมมีโอกาสฝึกฝนทักษะในด้านต่าง ๆ ทักษะสำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหามีอยู่หลายประการ คือ

- 1) ทักษะการอ่าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2) ทักษะการเขียนรูปหรือแผนภาพ
- 3) ทักษะการหาความสัมพันธ์ในปริภูมิที่กำหนด

- 4) ทักษะการนำหลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้
- 5) ทักษะการแปลงภาษาโจทย์ให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์
- 6) ทักษะการคิดคำนวณ
- 7) ทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์

น้อมศรี เคท (2521 : 19-23) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าการสอบคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี ครูควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 8 ประการ คือ

1) การวิเคราะห์ปัญหา ครูควรสอนให้นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาได้ว่า โจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้น กำหนดสิ่งใดให้บ้างและ โจทย์ต้องการทราบอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2) การเขียนประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข และเครื่องหมายแทนข้อความ และจำนวน ก่อนที่นักเรียนจะเรียนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ นักเรียนควรจะได้เรียนเรื่องการใช้ตัวเลขแทนจำนวน เมื่อนักเรียนสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์จากโจทย์ปัญหาที่ง่ายได้แล้ว ขั้นต่อไปจึงค่อยสอนโจทย์ปัญหาที่ยากหรือซับซ้อนขึ้น โดยสอนโจทย์ปัญหาที่มีสิ่งที่กำหนดให้มากกว่าสองจำนวนขึ้นไป นักเรียนจะต้องใช้วิธีทำมากกว่า 1 วิธีหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า โจทย์ระคน กิจกรรมที่ครูอาจใช้ในการฝึกฝนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ เช่น

2.1) อ่านโจทย์ปัญหาให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ของ โจทย์ปัญหาแต่ละฝ่าย

2.2) เขียนโจทย์ปัญหาบนกระดานดำแล้วให้นักเรียนแต่งโจทย์ปัญหาตามประโยคสัญลักษณ์เหล่านั้น โดยการบอกหรือเขียนโจทย์ปัญหาที่นักเรียนคิดด้วยประโยคสัญลักษณ์เดียวกัน นักเรียนอาจแต่งโจทย์ปัญหาโดยใช้เรื่องต่าง ๆ กันไปได้

3) การใช้สื่อการสอน สื่อการสอนเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูควรใช้ประกอบในการสอน การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้สื่อจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมใน โจทย์ปัญหามากขึ้น สื่ออาจใช้ของจริง รูปภาพ หรือแผนภูมิก็ได้ สื่อเหล่านี้เป็นเครื่องช่วยในการจินตนาการและการคิดค้นหาคำตอบ สื่อที่เป็นของจริงมีประโยชน์ในการนำมาใช้เป็นตัวแทนจำนวนนับ ต่าง ๆ สื่อที่เหมาะสมหาได้ง่าย และครูควรมีไว้จำนวนมาก คือ สื่อที่เป็นรูปภาพ อาจเป็นรูปที่ตัดจากหนังสือ ปฏิทิน หรือหนังสือพิมพ์ นอกจากนั้นอาจเป็นรูปภาพที่ครูหรือนักเรียนวาดขึ้นเองได้ สื่ออีกประเภทหนึ่งที่มีประโยชน์มากในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ การหาร ทั้งที่เป็นจำนวนนับ ทศนิยม และเศษส่วน คือ เส้นจำนวน หลังจากที่ได้ครูสอน การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการสอน เมื่อเห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจและสามารถหาคำตอบได้ถูกต้องแล้ว ขั้นต่อไปครูควรสนับสนุนให้นักเรียนฝึกการ

แก้ปัญหโดยการคิดในใจ ไม่ต้องวาดรูปหรือใช้ของจริงช่วย เพราะนักเรียนบางคนสามารถนึกรูปเส้นจำนวนหรือรูปภาพในใจได้ การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหโดยการคิดในใจเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากเราต้องใ้ช้อยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

4) ความสามารถในการอ่าน สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ คือ นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่าน สามารถเข้าใจความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ และสามารถตีความว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดให้และต้องการทราบอะไรซึ่งต่างจากการอ่านโดยทั่ว ๆ ไป สัพท์บางคำในโจทย์ปัญหามักเป็นคำศัพท์ที่ใช้เฉพาะอยู่ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

5) ทักษะในการคำนวณ การมีทักษะในการคำนวณคือ การที่นักเรียนสามารถ บวก ลบ คูณ หาร ได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ดังนั้นเมื่อนักเรียนทราบประโยชน์สคัญลักษณะของโจทย์ปัญหแล้ว นักเรียนที่มีทักษะในการคำนวณจะสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ถูกต้องและรวดเร็วกว่าที่ไม่มีทักษะในการคำนวณ ในเวลาสอนเมื่อครูพบว่านักเรียนคนใดในชั้นยังขาดทักษะในการคำนวณควรหาทางช่วยนักเรียนในการจัดกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณไปหาคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหได้ถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

6) การประมาณคำตอบ จะช่วยทำให้นักเรียนทราบว่า วิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหและคำนวณถูกหรือผิดได้โดยเปรียบเทียบคำตอบได้โดยการประมาณจากคำตอบจริง ซึ่งควรใกล้เคียงกัน การประมาณคำตอบเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ครูควรฝึกให้กับนักเรียน

7) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหหลาย ๆ วิธี เพราะช่วยให้นักเรียนมีความคิดที่กว้าง ไม่ถูกจำกัดว่าต้องใช้วิธีเดียวตามที่ครูสอน นักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหหลาย ๆ แบบ จะได้รับการฝึกให้คิด ไม่ใช่ฝึกให้ทำตามตัวอย่างหรือเลียนแบบจากตัวอย่าง นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์แล้วมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหได้หลายวิธี

8) การเลือกโจทย์ปัญห เพื่อนำไปสอนนักเรียน ครูควรพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

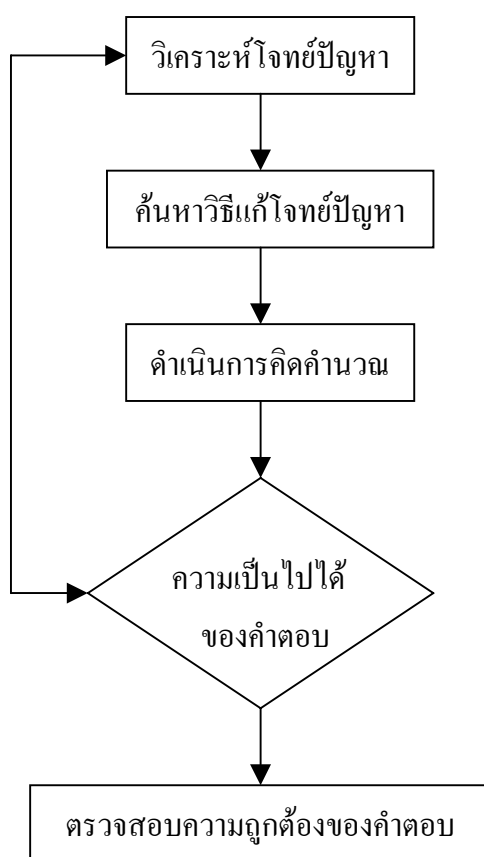
8.1) การสอดคล้องกับเรื่องที่กำลังเรียน เพื่อนักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ

8.2) สถานการณ์ในโจทย์ปัญห ควรเป็นเรื่องที่สามารถใช้สื่อเป็นของจริงหรือของจำลองประกอบการสอนได้

8.3) เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

8.4) ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัยของนักเรียน และไม่ควรรใช้ถ้อยคำฟุ่มเฟือย สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ (2534 : 23) ได้เสนอลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา



ที่มา : สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ (2534 : 23)

**ขั้นที่ 1** ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ฝึกให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์ว่า ส่วนใดของ โจทย์คือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ส่วนใดของโจทย์คือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หรือสิ่งที่โจทย์ให้มา พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า โจทย์นั้นมีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ข้อมูลใดจำเป็น ข้อมูลใดไม่จำเป็น ต่อการแก้โจทย์ปัญหา ในการค้นหาข้อมูลที่จำเป็นนั้นฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงว่า โจทย์ต้องการ อะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ให้มาหรือไม่

**ขั้นที่ 2** ขั้นหาวิธีแก้โจทย์ปัญหา ฝึกให้นักเรียนมีมโนคติ (Concept) เกี่ยวกับ การบวก การลบ การคูณ และการหาร สามารถวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ติความโจทย์และแปลงโจทย์เป็นรูป แผนภาพ และประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง โดยไม่ควรให้นักเรียนจำคำหลัก ควรฝึกโดยอาศัยหลักเหตุผลและความจริงเป็นสำคัญ

**ขั้นที่ 3** ขั้นคิดคำนวณ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ มีความแม่นยำและมีความรอบคอบในการคิดคำนวณ

**ขั้นที่ 4** ขั้นพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ หลังจากที่นักเรียนหาคำตอบได้แล้ว ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกต คิดวิเคราะห์ว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความเป็นไปได้และสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยพิจารณาเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ให้มา ตัวอย่างเช่น น้อยมีเงิน 20 บาท มากกว่าแดง 5 บาท แดงมีเงินเท่าไร ถ้านักเรียนตอบว่าแดงมีเงินเท่ากับ  $20 + 5 = 25$  บาท ให้นักเรียนสังเกตว่าคำตอบมีโอกาสถูกหรือไม่ ในเมื่อโจทย์บอกว่าน้อยมีเงินมากกว่าแดง แต่นักเรียนหาได้ว่า แดงมีเงิน 25 บาท ขณะที่น้อยมีเงิน 20 บาท เท่านั้น

**ขั้นที่ 5** ขั้นตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ด้วย 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 การประมาณคำตอบ คือ การฝึกให้นักเรียนคิดประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ โดยการคิดในใจ วิธีที่ 2 ใช้วิธีใหม่ และวิธีที่ 3 ใช้วิธีเดิม

จากขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจปัญหา โดยใช้ความสามารถในการอ่านโจทย์ขั้นสร้างความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สิ่งที่ต้องการให้หา และเงื่อนไขความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่ต้องการหา หากโจทย์ไม่กล่าวถึงสิ่งเหล่านี้ไว้ตรง ๆ ก็ต้องใช้การอ่านขั้นวิเคราะห์ เพื่อหาสิ่งเหล่านั้นให้ได้

**ขั้นที่ 2** เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ขั้นนี้อาจอาศัยความสามารถขั้นความเข้าใจ หากโจทย์ข้อนั้นผู้แก้ปัญหาเคยประสบมาก่อนแล้ว หรือมีความคล้ายคลึงกับที่เคยทำมาก่อน แต่หากโจทย์ข้อนั้นมีความแปลกใหม่ก็ต้องใช้ความสามารถขั้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์ความคิดเพื่อหาหลักการและกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 3** คำนวณหาคำตอบ ขั้นนี้ใช้ทักษะการคิดคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดไว้ในขั้นที่ 2 หากผู้เรียนได้ฝึกมากก็ย่อมมีความคล่องแคล่วและแม่นยำในการคิดคำนวณ

**ขั้นที่ 4** การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและตรวจคำตอบ เป็นขั้นที่จะฝึกให้นักเรียนได้มองเห็นภาพรวมของการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในโอกาสต่อไป



ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่บอกได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
ได้แก่

- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้
- บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้
- บอกเงื่อนไขที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการทราบได้
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เกิน ไม่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบได้
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงพอที่จะหาคำตอบได้
- บอกวิธีการหาคำตอบได้
- เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือแผนภาพได้
- คำนวณหาคำตอบได้
- ตรวจสอบคำตอบได้

รูปแบบการเขียนข้อคำถามวัดการแก้โจทย์ปัญหา

1) ถามองค์ประกอบของโจทย์

1.1) ถามสิ่งที่กำหนดให้

1.2) ถามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

นอกเหนือจากการถามในกรณีโจทย์ปกติแล้ว ครูก็อาจถามความเข้าใจโจทย์ ด้วยการสร้างโจทย์แบบอื่น ๆ เช่น โจทย์ที่มีข้อมูลขาดหรือเกิน แล้วถามคำถามดังนี้

1.3) ถามข้อมูลที่ขาดหายไป ไม่เพียงพอในการหาคำตอบ

1.4) ถามข้อมูลที่มีเกินจำเป็น ไม่ต้องใช้ในการหาคำตอบ

2) ถามขั้นตอนและวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

2.1) ถามการเรียงลำดับขั้นตอน ขั้นตอนใดที่ต้องทำก่อน

2.2) ถามวิธีการคิดหาคำตอบ

3) หาคำตอบและหน่วยของคำตอบ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

ในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์นั้น ได้มีผู้พัฒนาแบบมาแล้ว ดังนี้  
เบญญา เขียวสม (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบ  
วินิจฉัยตามพฤติกรรมแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมาย  
เพื่อสร้างและพัฒนาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดชุมพร แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 5 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ความสามารถในการแปลความหมายคำหรือข้อความที่กำหนด ฉบับที่ 2 ความสามารถในการสร้างสมการ ฉบับที่ 3 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ฉบับที่ 4 ความสามารถในการนำหลักการ - กฎเกณฑ์ไปใช้ ฉบับที่ 5 ความสามารถในการคำนวณ นำข้อสอบที่ได้ไปทดสอบ 3 ครั้ง โดยทดสอบครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ ทดสอบครั้งที่สาม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1,050 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย พบว่าข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .51 - .79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .29 - .70 ค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตร ANOVA Corrected ของแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เป็น .88, .91, .89, .96 และ .95 ตามลำดับ

คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ เท่ากัน คือ 5 คะแนน สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งหาโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา พิจารณาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผลปรากฏว่า ข้อสอบทุกข้อวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดจริง

ทิพย์วรรณ มูลทองหูน (2534 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและพัฒนาแบบสอบ เอ็ม อี คิว เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและหาคุณภาพของแบบสอบ เอ็ม อี คิว ที่สร้างขึ้นในเรื่องความเชื่อมั่น ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ และความเชื่อมั่นในการตรวจให้คะแนน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 420 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายชั้น

แบบสอบ เอ็ม อี คิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ประกอบด้วย 5 กรณีศึกษา เกี่ยวข้องกับ 4 กลุ่มประสบการณ์ คือ กลุ่มทักษะ ได้แก่ วิชาภาษาไทยและวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ มีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน ในการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบสอบนั้นใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลการวิจัย พบว่า

1. ความเชื่อมั่นของแบบสอบ เอ็ม อี คิว ประมาณโดยสัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาช มีค่าเท่ากับ .7485
2. ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เป็นเกณฑ์เทียบ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .4056

3. ความเชื่อมั่นในการตรวจให้คะแนน โดยมีกรรมการตรวจให้คะแนน 3 ท่าน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการตรวจให้คะแนนเท่ากับ .9435 แสดงว่าแบบสอบ เอ็ม อี คิว ชุดนี้มีความเชื่อมั่นในการตรวจให้คะแนน

นันทนา สิงห์วัฒนาศิริ (2534 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีคุณภาพสูงในด้านความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในขั้นแรกสร้างเป็นแบบสอบเชิงสำรวจประเภทอัตนัย เพื่อค้นหาความบกพร่องแล้วพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัย 7 ฉบับ ประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วย การแก้สมการ 24 ข้อ ตัวประกอบ 13 ข้อ เศษส่วน 9 ข้อ ทศนิยม 9 ข้อ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ 12 ข้อ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 10 ข้อ และปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 10 ข้อ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 1,409 คน ซึ่งได้จากการสุ่มจาก 5 อำเภอของจังหวัดสมุทรปราการ การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยการคำนวณค่ามัธยฐานเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ฐานนิยม มัธยฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง คำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ Binomial ส่วนด้านความตรงได้พัฒนาแบบสอบให้มีความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงวินิจฉัยตามวิธีของโรวินेलลีและแฮมเบลตัน ตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบสอบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2533

จากการวิจัยครั้งนี้ได้แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่มีคุณภาพดังนี้

1. มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ .10 - .88 ความยากรายข้อมีค่าตั้งแต่ .27 - .86

2. ค่าความเชื่อมั่นทั้ง 7 ฉบับ มีค่าเป็น .9383, .8461, .9110, .6795, .9418, .8437

และ .8323 ตามลำดับ

3. ความตรงเชิงพยากรณ์ทั้ง 7 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .6733, .5113, .4261, .6445, .7074, .5397 และ .6106 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ตามลำดับ

4. คะแนนเกณฑ์การผ่านของแบบสอบ 7 ฉบับ เป็น 19, 10, 7, 7, 10, 8 และ 8 ตามลำดับ

ระพีพรรณ ศรีวิเชียร (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบสอบตามระดับความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาแบบสอบตามระดับความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบที่สร้างขึ้นในด้านความตรงตามเนื้อหาและความตรงตามเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 3,265 คน สำหรับการวิจัยในระยะที่หนึ่ง และจำนวน 132 คน สำหรับการวิจัยระยะที่สอง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มสองขั้นตอน

การวิจัยระยะที่หนึ่ง เป็นการสร้างกลุ่มข้อสอบ ผู้วิจัยสร้างข้อสอบและตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของข้อสอบทั้งหมด 120 ข้อ โดยพิจารณาจากผลการตัดสินของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม LOGIST 5 ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ได้จำนวน 98 ข้อ แล้วสุ่มข้อสอบตามความสำคัญของเนื้อหาเรียงจุดประสงค์จำนวน 55 ข้อ นำมาสร้างแบบสอบตามระดับความสามารถ โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.80817 ถึง 2.0000 ค่าความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ 2.03524 ถึง 2.97297 ค่าการเดาของข้อสอบตั้งแต่ 0.04116 ถึง 0.28387 ค่าความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าความยากของข้อสอบที่อยู่ในขั้นติดกันเท่ากับ 0.08

การวิจัยระยะที่สอง เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามระดับความสามารถที่สร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบสอบตามระดับความสามารถมีความตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ 0.5
2. แบบสอบตามระดับความสามารถมีความตรงตามเกณฑ์ เมื่อใช้เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .5874 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วันเพ็ญ กริมั่นทอง (2534 : 71-75) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 588 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัยคือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ โดยหาตัวลวงที่มีประสิทธิภาพด้วยการนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากการทำข้อสอบชนิดเติมคำและแสดงวิธีทำมาใช้เป็นตัวลวง ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบ โจทย์ปัญหาเศษส่วน โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร การเขียนร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ในรูปแบบเศษส่วน การเขียนเศษส่วนที่มีส่วนเป็นร้อยอยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ความหมายของค่าหรือข้อความเกี่ยวกับร้อยละ โจทย์ปัญหาร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .50 - 0.99 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .03 - .71 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตั้งแต่ .64 - .83 และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบจากการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ผลปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ สามารถวัดเรื่องบทประยุกต์ได้จริง

ศรีศักดิ์ ยุทธไกร (2535 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน เรื่องการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 390 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบโดยหาตัวลงที่มีประสิทธิภาพโดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากการทำข้อสอบชนิดแสดงวิธีทำมาใช้เป็นตัวลง ข้อสอบมี 5 ฉบับ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน แบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .20 - .98 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .10 - .80 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตั้งแต่ .69 - .95 และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ สามารถวัดเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน ได้จริง

มนตรี จริญญาวัฒน์ (2538 : 51-61) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสตูล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ สร้างตัวลงโดยการนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากการตอบในแบบทดสอบเพื่อสำรวจชนิดเติมคำและแสดงวิธีทำ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยมีจำนวน 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน และการบวก ลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .79 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .54 - .90 มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .82 - .94 และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ .80 - 1.00 ซึ่งพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ สามารถวัดเรื่องเศษส่วนได้จริง

วีระ ประเสริฐ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดทักษะการคิดคำนวณชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เนื้อหาเรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) พร้อมทั้งหาคุณภาพและคะแนนเกณฑ์ที่เหมาะสมของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 247 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน

ผลการศึกษา ได้แบบทดสอบจำนวน 15 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ค่าความยากรายข้ออยู่ระหว่าง .23 ถึง .78 และค่าเฉลี่ยของค่าความยากรายฉบับอยู่ระหว่าง .30 ถึง .71 ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง .34 ถึง .85 และค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกรายฉบับอยู่ระหว่าง .60 ถึง .69 ค่าความตรงเชิง

โครงสร้าง อยู่ระหว่าง .85 ถึง 1.00 ค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .78 ถึง .91 คะแนนเกณฑ์อยู่ระหว่างร้อยละ 30 ถึง 80

ดังนั้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้วัดผลและประเมินผลทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลกได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าการสร้างหรือพัฒนาแบบทดสอบนั้น จะต้องมีการหาคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ประเมินความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป