บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาออกเป็น 6 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตอนที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กล่าวถึงความหมาย ประเภทของโจทย์ปัญหา การคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตอนที่ 3 กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการนำสภาพที่เป็นจริงมาใช้กับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อันเป็นที่มาของแนวคิดในการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยของผู้วิจัย ตอนที่ 4 กล่าวถึงการวินิจฉัยและวิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และตอนที่ 6 แนวคิดในการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson cited by Bloom, 1971) ได้จำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญา (cognitive domain) เกี่ยวกับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ขั้นคือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (computation)

ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณเป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วทั้งในด้านข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนความสามารถในการดำเนินการคิดโจทย์อย่างง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจ ทั้งนี้รวมถึงโจทย์ที่เหมือนกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (comprehension)

ความเข้าใจเป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนความสามารถในการตีความ แปลความ และขยายความได้ พฤติกรรมขั้นนี้ เช่น ความสามารถในการแปลงโจทย์ จากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง

(transform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ออกเป็นข้อความใหม่ความหมายคงเดิมเป็นต้นว่า เปลี่ยนโจทย์ให้อยู่ในรูปของสมการ ซึ่งการวัดในขั้นนี้ไม่รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบจากสมการนี้

3. การนำไปใช้ (application)

การนำไปใช้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนมาแล้ว นั้นคือ นักเรียนจะต้องผสมผสานความรู้ความสามารถจากขั้น 1 และ 2 ในการนำมาใช้แก้โจทย์ซึ่งจะมีหลายขั้นตอนในการจัดกระทำเพื่อให้ได้คำตอบออกมา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการเลือกการตัดสินใจว่าจะทำขั้นตอนใดก่อน - หลัง พฤติกรรมขั้นนี้ เช่น ความสามารถในการแก้โจทย์ที่คุ้นเคย (solve routine problems) หรือปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมขั้นนี้เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ที่คล้ายคลึง แต่ไม่ใช่ข้อเดียวกันกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยทำมาแล้ว

4. การวิเคราะห์ (analysis)

การวิเคราะห์ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดด้านสติปัญญา นักเรียนจะตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง โจทย์จะมีลักษณะซับซ้อนพลิกแพลงซึ่งนักเรียนไม่เคยลองฝึกทำ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโจทย์นั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้โจทย์ที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถใน 3 ขั้นที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อความสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์นั้น ๆ ได้ พฤติกรรมขั้นวิเคราะห์ เช่น ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (solve nonroutine problems) เป็นความสามารถที่อาศัยการคิดซับซ้อน โจทย์ที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้จะไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหาได้ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ต้องเข้าใจความคิดรวบยอดหรือนิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่ครูสอนมาแล้วเป็นอย่างดี แล้วใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกันแก้ปัญหา

การจำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของวิลสันสอดคล้องกับ NLSMA (The National Longitudinal Study of Mathematical Abilities) ที่ได้จัดระดับความคิดสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้น เรียงลำดับจากระดับต่ำไปหาระดับสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Heimer and trueblood, 1977 อ้างใน ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533)

1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of facts) หมายถึง การระลึกข้อเท็จจริงเฉพาะเรื่องได้ เช่น คำศัพท์คณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ จุดเน้นคือ การระลึกได้หรือจำได้เท่านั้น ไม่ใช่การสังเคราะห์ หรือการแปลสิ่งที่ระลึกได้

2. การคิดคำนวณ (computation) หมายถึง ความสามารถในการทำตามกฎหรือหลักการที่เรียนรู้มาแล้ว จุดเน้นคือ การจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ (บวก ลบ คูณ หาร) ซึ่งระบุไว้ชัดเจนแล้วไม่ต้องตัดสินใจว่าจะจัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบใด

3. ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการตีความโจทย์ปัญหา กราฟ แผนภูมิ การแปลโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ การใช้เหตุผล จุดเน้นคือ ความเข้าใจ เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ ไม่ใช่การคำนวณหาคำตอบ

4. การนำไปใช้ (application) เป็นการนำความคิดรวบยอดหรือหลักการที่เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่โดยตรง เช่น นำความรู้ที่เรียนไปแก้โจทย์ปัญหาที่คล้ายกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้ว นอกจากนี้ยังครอบคลุมความสามารถในการเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อหาว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

5. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการนำความคิดรวบยอด และหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนขึ้น ต้องใช้ความคิดลึกซึ้งขึ้น เช่น คิดอย่างสร้างสรรค์ แยกแยะส่วนประกอบของปัญหาอย่างละเอียด การคิดหากระบวนการใหม่ในการแก้ปัญหา การนำความสัมพันธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การแสดงการพิสูจน์ การสร้างหลักการ

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามารถจำแนกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการตีความหมายปัญหา และการหาวิธีการแก้ปัญหา

2. ขั้นการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริงมาดำเนินการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้มาผสมผสานกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ตอนที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในตอนนี้กล่าวถึง ความหมายของโจทย์ปัญหา ประเภทของโจทย์ปัญหา การคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น อดัม (Adam, 1977) และพอลยา (Polya, 1977) ให้ความหมายไว้สอดคล้องกันว่า โจทย์ทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับปริมาณ และต้องการคำตอบที่เป็นปริมาณด้วย ส่วนแอนเดอร์สัน และฟินกร์ (Anderson and Phingr, 1973) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือข้อคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ประสบการณ์ และการตัดสินใจอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ บรูคเนอร์ (Bruckner, 1957) ได้ให้ความหมายคล้ายกัน คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถจะตอบได้ในทันทีด้วยวิธีการที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนในวันนี้ อาจจะไม่เป็นปัญหาของนักเรียนในวันหน้าก็ได้

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือข้อความที่เป็นปัญหาในเชิงปริมาณเขียนด้วยภาษาและตัวเลข ต้องวิเคราะห์และตีความหมายจากโจทย์ที่กำหนดและหาวิธีการเพื่อจะได้ผลลัพธ์หรือคำตอบ

2.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท(Charles,1987; Ashlock et al, 1983) คือ โจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว และโจทย์ปัญหาหลายขั้นตอน

2.1.1 โจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว (one-step problems) มีลักษณะที่สำคัญคือเป็นโจทย์ที่ต้องการคำตอบเพียงคำตอบเดียว ใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ตายตัวในการแก้ปัญหา และวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

2.1.2 โจทย์ปัญหาหลายขั้นตอน (multi-step problems) มีลักษณะที่สำคัญ คือ ในการคำนวณปกติมักต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ การแก้โจทย์ปัญหาต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อนคือ การทำความเข้าใจปัญหา การหาวิธีการต่าง ๆในการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา โดยลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือในการแก้ปัญหาจะเน้นการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุมีผล

จากการแบ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับ โฮลเมส (Holmes, 1995) ที่แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ โจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problems) ที่มักพบในหนังสือเรียนทั่วไปเน้นการฝึกทักษะและมีข้อมูลที่จำเป็นให้เท่านั้น และโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (nonroutine problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพชีวิตจริง เน้นการคิดวิเคราะห์และมีการกำหนดข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นให้ด้วย

ในระดับประถมศึกษาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ โจทย์ประโยคสัญลักษณ์ เป็นโจทย์ที่ประกอบไปด้วยชุดของตัวเลขที่จัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์(บวก ลบ คูณ หาร) และต้องการคำตอบ ไม่มีคำบรรยายที่เป็นสถานการณ์ โจทย์อีกประเภทหนึ่งคือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ และบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ให้คิดคำนวณและต้องการคำตอบเช่นกัน จะเห็นได้ว่าโจทย์ประเภทหลังนี้เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ที่สำคัญมากในการที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงและนักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าโจทย์ประเภทแรกเพราะนักเรียนจะต้องใช้ทักษะการอ่าน การตีความหมายและเข้าใจบริบท ตลอดจนทักษะทางการคำนวณจึงจะสามารถแก้ปัญหาได้ ในการศึกษาครั้งนี้จะมีโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3 แบบ คือโจทย์ปัญหาแบบธรรมดาในหนังสือเรียน โจทย์สัญลักษณ์ตัวเลข และโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงซึ่งซับซ้อนมากกว่าโจทย์ 2 ประเภทแรก

2.3 การคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดและการวิเคราะห์อย่างมีระบบและวิธีการ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆในชีวิตประจำวัน การฝึกคิดแก้ปัญหาจะช่วยให้รู้จัก

วิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังคำกล่าวของ มาร์ค (Mark, 1972) ที่ว่าคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับปัญหาต่าง ๆ คือปัญหาที่สำคัญทั้งหลายในชีวิตประจำวันมักจะเกี่ยวกับปริมาณและข้อมูลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังได้จัดรูปแบบทางสมองสำหรับการแก้ปัญหา โครงสร้างในการแก้ปัญหา การฝึกคิดแก้ปัญหาจะช่วยให้รู้จักวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ครูลิค (Krulik, 1977) ให้ความคิดเห็นในเรื่องนี้ว่า การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูจะต้องสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา เพื่อที่จะให้เขาได้ค้นหา และพินิจพิจารณาให้ได้มาซึ่งคำตอบ บางครั้งอาจจะไม่ได้คำตอบตามที่เขาคาดหวังไว้ก็ตาม แต่มันไม่ใช่เป็นสิ่งสำคัญเท่ากับการที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ หรือการพิจารณา ซึ่งก็หมายความว่าวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา เป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบในการแก้ปัญหา

เวสท์ (West, 1977) ให้ความเห็นว่า นักเรียนที่สามารถบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง อาจจะไม่สามารถบอกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องก็ได้ กล่าวคือนักเรียนที่คิดด้วยวิธีการที่ผิดอาจจะได้คำตอบที่ถูกต้องก็ได้ นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นถึงสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องไว้ 3 ประการ คือ (1) นักเรียนไม่สามารถเข้าใจในข้อความที่เป็นโจทย์ปัญหา (2) นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนโจทย์ปัญหามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ และ (3) นักเรียนไม่สามารถคำนวณตามที่โจทย์ต้องการได้

2.4 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีผู้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และพบว่ามีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ กัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 (Klausmier, H.J, 1971; Polya,G. 1977; กรมวิชาการ , 2530)

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Wallas (1926)	Rossman (1931)	Dewey (1939)	Helton (1958)
1.ขั้นเตรียม : เป็นการศึกษาลักษณะปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	1.พิจารณาความต้องการและสังเกตปัญหา	1.รู้สึกว่ามีปัญหา (รู้ปัญหา)	1 .อ่านโจทย์ให้เข้าใจ
2. ขั้นพัก (incubation) เป็นขั้นพักการคิดแก้ปัญหาชั่วคราว	2.กำหนดปัญหา 3.รวบรวมข้อมูล 4.กำหนดวิธีแก้ปัญหาหลายวิธี 5.ตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี	2.กำหนดปัญหาให้ให้ชัดเจนว่าปัญหาคืออะไร	2.กำหนดสัญญลักษณ์แทนตัวไม่ทราบค่า 3.หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกันในโจทย์ปัญหา 4.เขียนสมการ
3. ขั้นพบ : (insight) เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมอื่น ๆ จะเกิดความคิดโดยทันที	6.เลือกวิธีที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ	3.เสนอวิธีแก้ปัญหา (ตามสมมุติฐาน)	5.แก้สมการ
4. ขั้นทดสอบ : เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่พบในขั้นที่ 3 มาตรวจสอบ	7.ตรวจสอบวิธีที่เลือกและยอมรับคำตอบที่ได้	4.ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีเพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	
			6.ให้ความหมายของคำตอบที่ได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Bruner (1966)	Klausmeier (1971)	Polya (1977)	กรมวิชาการ (2530)
1.ขั้นรู้จักปัญหา (problem isolation)	1.ตระหนักถึงปัญหา	1.ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	1.ความสามารถในการเข้าใจโจทย์ 1.1อ่านโจทย์ออก 1.2แปลงภาษาโจทย์เป็นภาษาคณิตศาสตร์
2.ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (search for cues) โดยระลึกถึงประสบการณ์เดิม	2.พิจารณาถึงความต้องการของโจทย์ → วิธีการต่าง ๆ → การแก้ปัญหา → มิติของปัญหา 3.การระลึกถึงความรู้ข้อมูลที่มีอยู่ และวิธีการในการแก้ปัญหา 4.ประยุกต์หลัก และวิธีการที่ตัวเองรู้	2.ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3.ขั้นการดำเนินการตามแผน หรือการคิดคำนวณ	2.ความสามารถในการหาวิธีการได้ 2.1บอกวิธีทำได้ 2.2เขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3.ความสามารถในการคิดคำนวณหรือทำตามแผน
3.ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (confirmation check)	5.พิจารณาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหลายวิธีและคาดคะเนแต่ละวิธี 6.ประเมินคุณภาพของวิธีที่ยอมรับมาใช้	4.ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา	
4.ขั้นตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องเหมาะสม	7.นำวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา		4.ความสามารถในการหาคำตอบ

เฟร์ และฟิลิปส์ (Fehr and Phillips, 1971) ให้ความเห็นเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาว่าสิ่งที่ควรระมัดระวังในการคิดแก้ปัญหา คือการตีความหมายของคำตอบจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสถานการณ์ นักเรียนบางคนสามารถหาคำตอบได้ แต่มิได้พิจารณาว่าคำตอบนั้นเหมาะสมเพียงใด เขาชี้ให้เห็นว่าการตีความหมายของคำตอบมีความสำคัญเท่า ๆ กับการหาคำตอบ เช่น ถ้านักเรียนตอบ 4.5 นักเรียนต้องถูกถามต่อไปว่า 4.5 หมายถึงอะไร คำตอบที่ถูกต้องคือ ด้านที่สั้นที่สุดของสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาว 4.5 ฟุต ในบางครั้งคำตอบที่คำนวณได้ก็ไม่อาจจะตอบได้ทันทีเสมอไป เช่นคำถามที่ว่า "ในการส่งนักกีฬา 138 คน ไปยังสนามกีฬาโดยใช้รถโดยสารที่มีที่นั่ง 29 ที่นั่งจะต้องใช้รถทั้งหมดกี่คัน โดยไม่ให้นักกีฬาคนใดยืนไป" จากตัวอย่างนี้ จะเห็นว่าต้องใช้วิธีหาร ซึ่งคำนวณได้ดังนี้ 138 ÷29 = 4.76 จากโจทย์ถามว่าใช้รถทั้งหมดกี่คัน จะตอบ 4.76 คันก็คงเป็นไปไม่ได้ว่าจำนวนรถจะเป็นเศษส่วนจะตอบ 4 คัน ก็คงไม่เพียงพอกับนักกีฬา ดังนั้นคำตอบควรเป็น 5 คัน ซึ่งในการตอบคำตอบประเภทนี้ต้องอาศัยความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของสถานการณ์ของคำตอบด้วย จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่าการที่นักเรียนคำนวณคำตอบออกมาถูกต้องนั้นเราแน่ใจไม่ได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในปัญหานั้นหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ ซิลเวอร์และคณะ (Silver et al, 1993) ว่าการที่นักเรียนคำนวณได้ถูกต้องไม่สามารถประกันได้ว่า นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ควรจะมีการตีความหมายคำตอบและเหตุผลของคำตอบที่คำนวณมาได้ อย่างไรก็ดีจากการศึกษาของ เวอร์เชฟฟิล, ดี คอร์เต้ และลาชัวร์ (1994) เกรียร์ (1993) เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า นอกจากนักเรียนจะเข้าใจโจทย์ปัญหา และสามารถคำนวณได้แล้วนักเรียนจะต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในสถานการณ์ของปัญหาก่อนที่จะตอบปัญหานั้นด้วย

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น และแนวคิดพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ และวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องทราบว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ โจทย์ต้องการถามอะไร และจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหา ตลอดจนวางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 การคิดคำนวณตำตอบ ก็คือการดำเนินการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 3 การให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง คือการแปลความหมายคำตอบที่คำนวณได้ เพราะในบางสถานการณ์ของโจทย์ปัญหานักเรียนต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในสถานการณ์นั้นประกอบด้วยจึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะนำมาเป็นแนวทางในการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในครั้งนี้ด้วย

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการนำสภาพที่เป็นจริงมาใช้กับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริงมีผู้ให้ความสนใจและศึกษากันมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1971 คือ เบอร์นสไตน์ (Bernstein cited by Cooper,1994) วิสโคบาส และฟรูเดนทอล (Wiskobas and Freudenthal cited by Treffers,1993) เบอร์นสไตน์ ได้เสนอทฤษฎี Bernstein Theory ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับรหัสความรู้ทางการศึกษา (educational knowledge codes) ทฤษฎีดังกล่าวมีแนวคิดให้มีการเชื่อมโยงความรู้จาก 2 ส่วน คือ ความรู้ตามสามัญสำนึก (common sense knowledge) และความรู้จากการเรียนการสอนในโรงเรียน (school knowledge) นอกจากนั้นเขายังได้แบ่งกรอบระดับชั้นความรู้ทางการศึกษาเป็น 3 ระบบ คือ

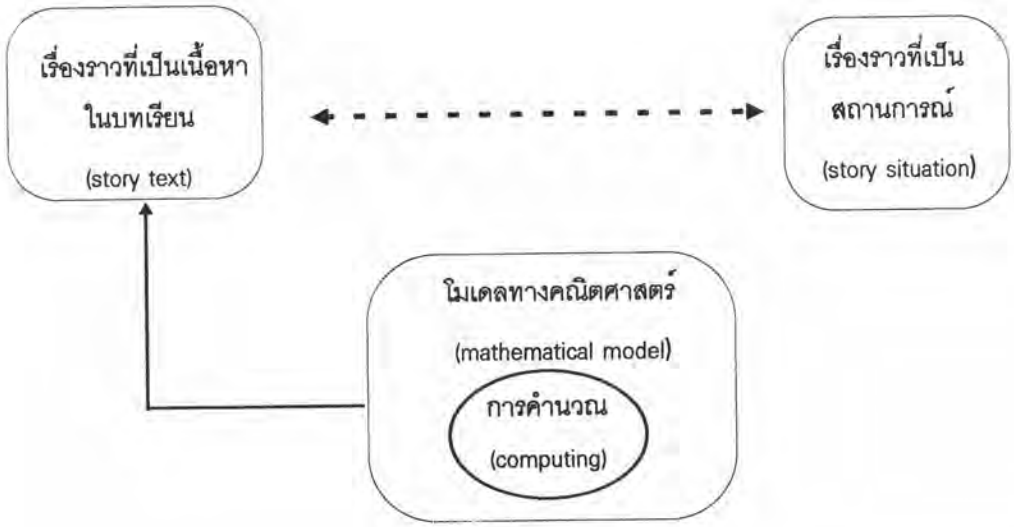
1. ความรู้จากเนื้อหาหลักสูตร (curriculum) ความรู้ชนิดนี้ถือว่าเป็นความรู้โดยตรงของเนื้อหา (valid knowledge)

2. ความรู้จากการเรียนการสอน (pedagogy) ความรู้แบบนี้เป็นความรู้ที่เกิดจากการถ่ายโยง

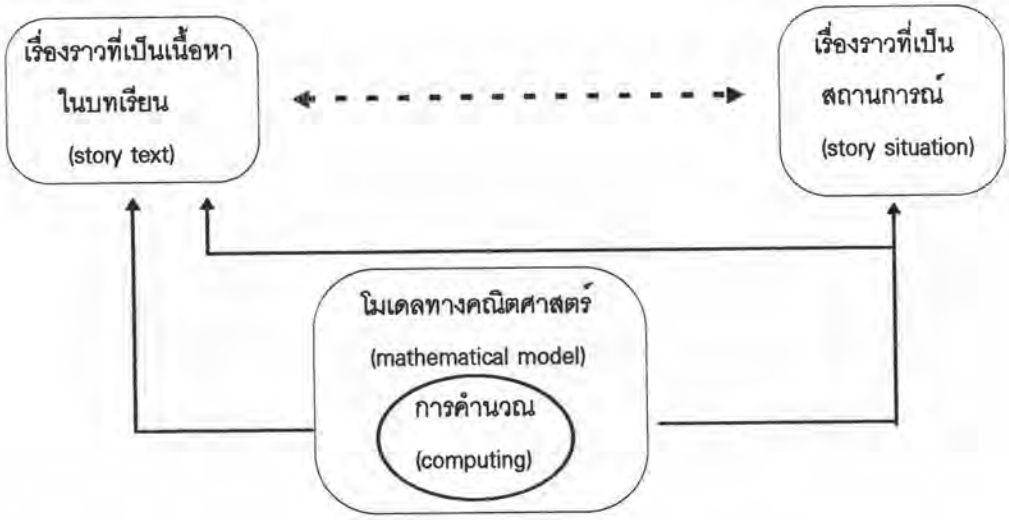
3. ความรู้จากการประเมิน (evaluation) ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ความรู้ที่ตรงกับความเป็นจริง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน

วิสโคบาส และฟรูเดนทอล (Wiskobas and Freudenthal cited by Treffers, 1993) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์ตามสภาพความเป็นจริง(realistic mathematics education) "ว่าการเรียนการสอนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์นอกจากจะนำเอาไปประยุกต์ใช้กับสภาพบริบทของความเป็นจริงแล้วบริบทสภาพความเป็นจริงนั้นก็ยังเป็นแหล่งของการเรียนรู้ด้วย"

จากแนวคิดดังกล่าว จึงมีผู้ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการนำความเป็นจริงในสถานการณ์ต่าง ๆ มาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงมากขึ้น โดยในปี 1988 รูสเสอร์ (Reusser) ได้ศึกษาอิทธิพลของบริบทในโจทย์ปัญหาที่มีต่อความเข้าใจและการแก้ปัญหา ต่อมาในปี 1991 ซอลโจ (Saljo) ได้ศึกษากับนักเรียนอายุ 12-13 ปี ในประเทศสวีเดน ในปี 1993 ทรีฟเฟอร์ส (Treffers) ได้นำบริบทปัญหาในหนังสือพิมพ์มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดีอัทช, ชาพิโร และซิลเวอร์ (Deutsh,Shapiro and Silver,1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาการหารที่มีเศษ โดยศึกษากระบวนการแก้ปัญหา และการตีความหมายของปัญหา ผลจากการศึกษาในครั้งนั้น ดีอัทช และคณะได้เสนอโมเดลการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ประสบความสำเร็จ และไม่ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้



ภาพที่ 2 โมเดลการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จ
(unsuccessful solution model: US Model) (Deutsh, Shapiro and Silver,1993)



ภาพที่ 3 โมเดลการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ประสบความสำเร็จ
(successful solution model : SS Model) (Deutsh, Shapiro and Silver,1993)

ในปี ค.ศ. 1993 เกรียร์ (Greer) ได้ศึกษาการรับรู้รูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบธรรมดา และโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริง ในปีต่อมา เวอร์เชฟฟิล, ดี คอร์เต้ และลาซัวร์ (Verschaffel, De Corte and Lasure, 1994) ได้ศึกษาต่อจากงานวิจัยของเกรียร์ โดยเพิ่มโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ทั้งวิธีการ บวก ลบ คูณ และหาร ผลการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนงานวิจัยของเกรียร์โดยมีข้อสรุปว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะไม่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในการแก้โจทย์ปัญหา ข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้คือ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบเขียนตอบซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถบรรยายความคิดของตัวเองออกมา ทำให้ไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ ในปีเดียวกัน คูเปอร์ (Cooper, 1994) ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบคณิตศาสตร์ที่แท้จริงว่าควรจะเชื่อมโยงความเป็นจริงในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยนำความคิดนี้ไปสร้างแบบสอบมาตรฐานของประเทศอังกฤษ (Standard Assesment Tasks:SATs) ซึ่งใช้กับนักเรียนอายุ 7,11,14 และ 16 ปี

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันนักการศึกษาให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำบริบทของความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อจะให้นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงไปพร้อมกันด้วย โดยเชื่อว่าโจทย์ปัญหาลักษณะนี้สามารถวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างดี ซึ่งสามารถสรุปการศึกษาดังกล่าวได้เป็น 2 แนวทางคือ แนวทางแรกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำบริบทความเป็นจริงมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีแนวคิดว่าหากเด็กสามารถนำบริบทของความเป็นจริงมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ก็เชื่อได้ว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้ ผู้ศึกษาในแนวนี้ ได้แก่ รูสเซอร์ (Reusser, 1988) ซอลโจ (Saljo, 1991)ทรีฟเฟอร์ส (Treffers, 1993) เป็นต้น การศึกษาอีกแนวทางหนึ่งคือ การสร้างเครื่องมือที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาเชิงสำรวจว่านักเรียนมีการคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ ผู้ศึกษาในแนวทางนี้ ได้แก่ ดีอัทช, ชาพิโร, และซิลเวอร์ (Deutsh, Shapiro and Silver, 1993) เกรียร์ (Greer, 1993) เวอร์เชฟฟิล, ดี คอร์เต้ และลาซัวร์ (Verschaffel, De Corte and Lasure, 1994)

ตอนที่ 4 การวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์

การวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการค้นหาจุดเด่นหรือจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งข้อบกพร่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนย่อมมีแตกต่างกัน ข้อบกพร่องของนักเรียนบางคนง่ายต่อการวินิจฉัย แต่ข้อบกพร่องของนักเรียนบางคนอาจซับซ้อนค้นพบได้ยาก

4.1 รูปแบบของการวินิจฉัย (Types of Diagnosis)

อันเดอร์ฮิล (Underhill, 1972) ได้แบ่งประเภทของการวินิจฉัยออกเป็น 3 ประเภท คือ การวินิจฉัยแบบทั่วไป การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ และการวินิจฉัยแบบคลินิก โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การวินิจฉัยแบบทั่วไป (general diagnosis)

การวินิจฉัยแบบทั่วไปเป็นเพียงการสำรวจเพื่อให้ทราบระดับความสามารถทั่ว ๆ ไปของเด็กที่เป็นกลุ่มและรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบ

4.1.2 การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (analytical diagnosis)

การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องที่ใด เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบเช่นเดียวกับการวินิจฉัยแบบทั่วไป แต่จะวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงไปที่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง

4.1.3 การวินิจฉัยแบบคลินิก (clinical diagnosis)

การวินิจฉัยแบบละเอียดเป็นการศึกษาอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีข้อมูลแสดงให้เห็นชัดเจนว่ามีปัญหาซับซ้อน เครื่องมือที่ใช้นอกจากแบบสอบแล้วยังต้องใช้วิธีอื่นด้วย เช่น วิธีการสังเกต สัมภาษณ์ เป็นต้น และข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม เช่น ชีวิตครอบครัว ทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ สุขภาพอารมณ์ บุคลิกภาพ เป็นต้น

4.2 ขั้นตอนการวินิจฉัย

กรอนลันด์ (Gronlund, 1981) ได้เสนอขั้นตอนการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องไว้ 4 ขั้น คือ การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง การระบุข้อบกพร่อง การระบุองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของการมีข้อบกพร่อง และการแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง

การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่องสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้แบบสอบ ใช้การสังเกต เป็นต้น ครูไม่ควรมองแต่ปัญหาด้านเนื้อหาวิชาเท่านั้น ควรมองปัญหาอื่นด้วย เช่น ด้านการปรับตัว ด้านอารมณ์ เพราะปัญหาเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อปัญหาด้านการเรียนของนักเรียน

4.2.2 การระบุข้อบกพร่อง

ปัญหาของนักเรียนมีหลายระดับในบางครั้งการวินิจฉัยเพียงระดับทั่วไปอาจให้ข้อมูลพอเพียงสำหรับการแก้ไข บางกรณีต้องวินิจฉัยถึงระดับวิเคราะห์ และบางกรณีต้องวินิจฉัยถึงระดับคลินิกจึงจะสามารถหาข้อแก้ไขได้ วิธีการที่ควรใช้ควบคู่ไปกับการใช้แบบสอบก็คือให้นักเรียนคิดออกเสียง ซึ่งช่วยให้ครูทราบกระบวนการคิดของนักเรียน

4.2.3 การระบุองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของการมีข้อบกพร่อง

องค์ประกอบที่ควรพิจารณา เช่น สติปัญญา ทักษะการเรียน สุขภาพ การปรับตัวด้านอารมณ์ และสิ่งแวดล้อมทางบ้าน เพราะสิ่งเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุของปัญหาในการเรียน

4.2.4 การแก้ไขข้อบกพร่อง

การแก้ไขข้อบกพร่องไม่มีรูปแบบตายตัวขึ้นอยู่กับธรรมชาติของข้อบกพร่องแต่ละอย่าง บางกรณีอาจแก้ไขด้วยการทบทวนหรือสอนใหม่ บางกรณีต้องใช้การสร้างแรงจูงใจแก้ไขปัญหาด้านอารมณ์ หรือแก้ไขทักษะการทำงาน

4.3 วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

จากการศึกษาเครื่องมือ และวิธีการที่ใช้สำหรับวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์นั้นสามารถสรุปได้เป็น 2 ประเภท คือ การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ

และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ ซึ่งรายละเอียดของการวินิจฉัยในแต่ละประเภทนั้น ได้นำเสนอดังต่อไปนี้

4.3.1 การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ (informal diagnosis)

การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ เป็นการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ในการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียน วิธีการที่ใช้ เช่น การสังเกต (observation) และสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล และ การตรวจแบบฝึกหัด

ก. การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยวิธีการสังเกต และสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

การวินิจฉัยด้วยวิธีการสังเกตและสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ถือว่าเป็นวิธีการวินิจฉัยที่ไม่เป็นทางการ วิธีนี้เหมาะกับการวินิจฉัยนักเรียนกลุ่มเล็กและครูผู้สอนมีความชำนาญในเนื้อหา การวินิจฉัยโดยวิธีนี้ทำให้สามารถพิจารณาได้อย่างชัดเจนขึ้นว่าแต่ละขั้นตอนนักเรียนมีพฤติกรรมการคิดคำนวณอย่างไร แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ การวินิจฉัยต้องใช้เวลามาก และความคลาดเคลื่อนจากผลการวินิจฉัยอาจเกิดจากนักเรียนมีความตื่นเต้นจากที่ต้องมีผู้คอยสังเกตการคิดของตนเอง

ข. การวินิจฉัยจากการตรวจแบบฝึกหัด

การวินิจฉัยวิธีนี้มีข้อดีที่สามารถวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นที่ซับซ้อนได้ ความตื่นเต้นของนักเรียนจากครูผู้สังเกตก็น้อยมาก แต่ข้อจำกัดก็คือแบบฝึกหัดหรืองานที่นักเรียนรับผิดชอบนั้นอาจคัดลอกมาจากเพื่อนหรือให้ผู้อื่นทำ นอกจากนี้ในขั้นตอนการวินิจฉัยยังใช้เวลาค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการตรวจแบบฝึกหัดงานของนักเรียน ครูส่วนใหญ่จะให้เพื่อนนักเรียนแลกกันตรวจ การใช้วิธีนี้จึงไม่ค่อยสะดวกนัก

4.3.2 การวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal diagnosis)

การวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ เป็นการใช้วิธีการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างเป็นระบบ และมีแบบแผน วิธีการที่ใช้ เช่น การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบวินิจฉัย การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้

ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ การวินิจฉัยด้วยวิธีการของทาทซูโอกะ และการวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบย้อยรอยกระบวนการคิดด้วยวิธีการของศิริเดช สุชีวะ (2538) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดดังนี้

ก. การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบวินิจฉัย

การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบวินิจฉัย เป็นวิธีการที่เป็นทางการสำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่มีการสร้างและการใช้แบบสอบวินิจฉัยกันเพื่อใช้ในการวิจัย ซึ่งนำเสนอเป็น 3 หัวข้อ คือ ความหมาย ลักษณะ และการสร้าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

<u>ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย</u>

ได้มีผู้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยไว้หลายท่านพอสรุปได้ดังนี้ อีเบล (Ebel, 1986) ได้ให้ความหมายว่า แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น การอ่านหรือเลขคณิต แบบสอบจะสนใจเพียงคะแนนแต่ละข้อหรือสนใจเพียงคะแนนของกลุ่มเล็ก ๆ ของข้อสอบที่คล้าย ๆ กัน ส่วนบลูม (Bloom,1971) ให้ความเห็นว่า แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ใช้ค้นคว้าจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยกนักเรียนหรือเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนโดยจะทำให้ทราบว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ่อมเสริม สามารถประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก และด้านการปฏิบัติ การประเมินผลของคะแนนใช้ได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ และอิงกลุ่ม การรายงานคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยจะอยู่ในรูปเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย ในขณะที่สิงหะ(Singha,1974) กล่าวถึง แบบสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบสอบที่วัดเนื้อหาย่อย ๆ จัดแยกคำถามเป็นพวก ๆ มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในแง่ที่จะให้การช่วยเหลือซ่อมเสริม (remedial) แบบสอบประเภทนี้การสุ่มเนื้อหาจำเป็นต้องมีขั้นตอนการคิดและวิธีการมาก ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) มีความจำเป็นมากกว่าแบบสอบประเภทอื่น และควรเป็นแบบสอบที่ค่อนข้างง่ายไม่จำกัดเวลาในการสอบ นอกจากนี้ กรอนลันด์ (Gronlund,1981) ธรอนไดค์ และ ฮาเกน (Throndike and Hagen, 1977)ยังกล่าวในทำนองเดียวกันว่า แบบสอบวินิจฉัยใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง จึงมักจะมีที่มาโดยเริ่มจากการใช้แบบสอบเชิงสำรวจ

(survey test)ซึ่งกลุ่มของข้อสอบเกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ ข้อสอบจะค่อนข้างง่าย เกณฑ์ปกติไม่มีความสำคัญในแบบสอบ แต่จะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

ในความเห็นของนักการศึกษาไทย เยาวดี วิบูลย์ศรี (2526) กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยก็คือแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ทำหน้าที่วินิจฉัยสิ่งที่เกี่ยวกับจุดเด่น (strengths) และจุดอ่อน (weakness) ขององค์ประกอบที่สำคัญของทักษะต่าง ๆ ดังนั้นแบบสอบจะถูกแยกออกเป็นแบบสอบย่อย (subtest) และคะแนนที่ได้จากแต่ละองค์ประกอบจะเป็นประโยชน์ต่อนักจิตวิทยาหรือครูในการตัดสินถึงจุดอ่อนของผู้สอบได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถซ่อมเสริมให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนบุญชม ศรีสะอาด (2523) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยไว้สองแนว คือ แนวหนึ่งยึดจุดมุ่งหมายของแบบสอบเป็นสำคัญ โดยกล่าวว่าแบบสอบใดก็ตามที่มุ่งวัดเพื่อนำผลไปวินิจฉัยก็จัดได้ว่าเป็นแบบสอบวินิจฉัย อีกแนวหนึ่งยึดรูปแบบของแบบสอบเป็นสำคัญ โดยมองว่าแบบสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบสอบประเภทหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะย่อย ๆ และวัดละเอียดกว่าแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นจุดบกพร่องหรือจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน เพื่อที่จะหาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้นและจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนได้เหมือนคนอื่น ๆ

โดยสรุปแบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยที่ดีจะต้องเปิดโอกาสให้เด็กแสดงออกในสิ่งที่ต้องการวัดให้ได้มากที่สุด และชี้ข้อบกพร่องของนักเรียนให้เห็นเด่นชัดเพื่อให้สามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย</u>

บลูม (Bloom,1971) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบสอบเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับพื้นฐานและระดับการเรียนรู้ ใช้เมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนแต่ละบทเรียนแล้ว สามารถใช้ประเมินได้ทั้งทางด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์ และด้านทักษะต่าง ๆ มีทั้งแบบที่เป็นมาตรฐาน และแบบที่ครูสร้างขึ้นเอง การประเมินผลใช้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ และแบบอิงกลุ่ม ส่วน สิงหะ (Singha,1974) กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบสอบที่ใช้วัดเนื้อหาย่อย ๆ โดยแยกคำถามออกเป็นพวก ๆ แต่ละชุดย่อย ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและครอบคลุม

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยเป็นข้อสอบค่อนข้างง่ายจำนวนมากข้อ เรียงตามลำดับขั้นจุดประสงค์การเรียนรู้ การสอบจะไม่กำหนดเวลาในการสอบและไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (norm) เพราะต้องการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน มากกว่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

ในประเทศไทยมีผู้กล่าวถึงลักษณะแบบสอบวินิจฉัยไว้หลายท่าน เช่น บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2519) กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ใช้วัดเพื่อค้นหาสาเหตุว่าเด็กเรียนไม่ดีเพราะเหตุใด หรือเป็นการค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยออกข้อสอบแต่ละเรื่องอย่างละเอียดตามเนื้อหาเป็นขั้นตอนไป ส่วนอนันต์ ศรีโสภา (2515) กล่าวถึงแบบสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมาก ๆ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน จึงพิจารณาเฉพาะคำตอบของข้อสอบแต่ละข้อ หรือกลุ่มข้อสอบ ส่วนคะแนนรวมมีความสำคัญน้อยมากการทดสอบประเภทนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวม ขณะที่ศิริเดช สุชีวะ (2538) ได้ทำการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย แล้วสรุปลักษณะสำคัญไว้ 8 ประการ ดังนี้

(1) เป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป

(2) ต้องครอบคลุมเนื้อหาโดยเน้นจุดประสงค์ที่สำคัญตามหลักสูตร

(3) แบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย หรือแบ่งออกเป็นตอน ๆ ตามลำดับขั้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

(4) ข้อสอบจำนวนมากข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดเรียงตามลำดับขั้นของจุดประสงค์

(5) ข้อสอบแต่ละข้อต้องตอบสนองสภาพการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นคว้าวิเคราะห์อุปสรรค และความเข้าใจผิดในการเรียน

(6) เป็นแบบสอบที่ไม่กำหนดเวลา ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่เหมาะสม เพื่อจะได้นำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำ และตัดสินว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านใด

(7) มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ หรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละด้าน

(8) ต้องวัดได้ทั้งข้อบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมา และวัดความก้าวหน้าทางการเรียนพร้อมกับค้นหาสาเหตุนั้น

<u>การสร้างแบบสอบวินิจฉัย</u>

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยนั้นมีผู้ได้เสนอเกณฑ์ในการสร้าง และเทคนิคในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

สิงหะ (Singha,1974) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบสอบมาตรฐาน (standardized test) หรือเป็นแบบสอบที่ครูสร้างขึ้น (teacher - made test) ก็ได้ แต่แบบสอบที่ครูสร้างขึ้นจะคุ้มค่าเพราะประหยัดเวลา และกำลังงานมากกว่าแบบสอบมาตรฐานและในการสร้างเป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่าสามข้อ ในแต่ละจุดประสงค์ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (table of specification) เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการ แต่จะต้องวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด ส่วนกรอปเปอร์ (Gropper, 1974) ได้ทำการศึกษาเทคนิคในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแล้วได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบสอบชนิดนี้ไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นเขียนข้อสอบโดยใช้จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์ (criteria) ขั้นหาสาเหตุของการที่ไม่สัมฤทธิผลตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น และขั้นสุดท้ายนำแบบสอบไปทดลองใช้ และปรับปรุงแบบสอบ

ในขณะที่ ลินด์ควิสท์ (Lindquist, 1966) ได้เสนอเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยให้มีประสิทธิภาพไว้ดังนี้คือ

(1) แบบสอบต้องครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และมีความชัดเจนในวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

(2) คำถามในแบบสอบจะต้องสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

(3) แบบสอบจะต้องสร้างจากรากฐานแห่งการวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยอาศัยการทดลองที่เกี่ยวกับอุปสรรคและความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก

(4) แบบสอบจะต้องวัดกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนได้

(5) แบบสอบจะต้องเสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องที่พบ

(6) แบบสอบจะต้องสร้างให้ครอบคลุมลำดับขั้นของการเรียนรู้อย่างมีระบบ

(7) แบบสอบจะต้องสามารถวัดจุดบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้และสามารถค้นหาจุดบกพร่องนั้นจากเนื้อหาและสามารถค้นหาจุดบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการสอบ

(8) แบบสอบจะต้องสามารถแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างปรนัย

ข. การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนตอบ

การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบมักพิจารณาจากดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบโดยการเทียบกับแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์ (perfect guttman) ซึ่งหากพบว่าแบบแผนคะแนนการตอบของนักเรียนคนใดแตกต่างจากแบบแผนคะแนนการตอบมากเพียงใดก็แสดงว่ามีความบกพร่อง หรือผิดปกติมากเพียงนั้น การพัฒนาดัชนีที่สำคัญเช่น ดัชนีชี้เตือนของซาโต (Sato's Caution Index) ดัชนีอิงทฤษฎีการตอบสนองรายข้อของฮาร์นิช และทาทซูโอกะ (Harnisch and Tastsuoka) (ศิริเดช สุชีวะ, 2538) เป็นต้น ดัชนีเหล่านี้ส่วนใหญ่มีข้อจำกัดที่ว่าไม่สามารถบอกได้ว่าเด็กบกพร่องเนื่องมาจากการคิดอย่างไร บอกเพียงว่ามีความผิดปกติหรือไม่ เพียงใด

ค. การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยวิธีการของทาทซูโอกะ วิธีการนี้มีแนวคิดมาจากการประเมินกฎ โดยการตรวจสอบแบบการคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาจากแบบแผนคะแนนการตอบ (item score response pattern) ของนักเรียน

แต่ละคน เปรียบเทียบในสองมิติ คือ มิติของค่าดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบและมิติของคะแนนรวม โดยใช้ชื่อวิธีการนี้ว่า "rule space" ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ แบบแผนคะแนนการตอบมีแบบการคิดแก้ปัญหาจำนวนหนึ่งที่เมื่อตรวจคำตอบและให้คะแนนแบบ 0-1 แล้วจะให้แบบแผนคะแนนการตอบที่เหมือนกันทุกประการ ทำให้ไม่สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนใช้แบบการคิดแบบใด อีกประการหนึ่งการคำนวณค่าต่าง ๆ ในวิธีการนี้อันได้แก่ ค่าดัชนีชี้เตือนมาตรฐานหมายเลข 4 ค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรวมทั้งการคำนวณค่าระยะทางน้อยที่สุดแบบ Mahalanobis'generalized square - distance และการตัดสินใจแบบเบยส์ มีวิธีการคำนวณที่ซับซ้อนและต้องใช้ผู้สอบเป็นจำนวนมาก จึงจะประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้อย่างแม่นตรง ทำให้ไม่สะดวกในการนำมาปฏิบัติในระดับชั้นเรียน (อ้างใน ศิริเดช สุชีวะ, 2538)

ง. การวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบย้อนรอยกระบวนการคิด ของศิริเดช สุชีวะ (2538)

วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยวิธีนี้ มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการประเมินกฎ ซึ่งกล่าวว่าผู้สอบแต่ละคนมีกระบวนการคิด มีหลากหลายคำตอบที่ตรงกันอาจมาจากกระบวนการคิดที่เหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ ดังนั้นการประเมินกฎจากแบบการตอบทั้งชุดของผู้สอบทำให้สามารถย้อนรอยกระบวนการคิดและวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้สอบได้ การวินิจฉัยด้วยวิธีการดังกล่าวมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแบบการคิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ตามสังกัปของเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย ขั้นตอนที่สองเป็นการสร้างข้อสอบจากรูปแบบข้อสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ให้แบบแผนการตอบทั้งชุดสามารถย้อนรอยแบบการคิดของผู้สอบแต่ละคน และขั้นตอนที่สามเป็นการดำเนินการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอนย่อยคือ การวินิจฉัยเชิงสำรวจแบบการคิด และการวินิจฉัยเพื่อยืนยันแบบการคิด โดยพบว่าวิธีการนี้สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีแบบแผนคะแนนการตอบเหมือนกันหรือมีแบบแผนคะแนนการตอบเป็นศูนย์หมดทุกข้อได้ แต่วิธีการนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องความยุ่งยากในการวินิจฉัย และการสร้างแบบสอบชุดที่ 2 อันเป็นอุปสรรคสำหรับการนำไปใช้ในโรงเรียน และเนื้อหาที่จะนำมาใช้วิธีการนี้ต้องสามารถกำหนดแบบการคิดหาคำตอบในเรื่องนั้นได้อย่างแน่นอน

I 17020098

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริง แยกเป็น 2 กลุ่ม คือ งานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับสภาพความเป็นจริง และงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการวินิจฉัย

5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับสภาพความเป็นจริง

งานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับสภาพความเป็นจริงเป็นการศึกษาเชิงสำรวจว่านักเรียนมีการคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ มีมากน้อยเพียงใด โดยไม่ได้เน้นในเรื่องของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ งานวิจัยของดีอัทช, ชาพิโร และซิลเวอร์ (Deutsh,Shapiro and Silver,1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาการหารที่มีเศษ โดยศึกษากระบวนการแก้ปัญหา และการตีความหมายปัญหาของนักเรียนเกรด 6 ถึง เกรด 8 จำนวน 195 คน ที่มีเชื้อสายคอเคเซียน จำนวน 40 เปอร์เซนต์ และมีเชื้อสายแอฟริกัน - อเมริกัน จำนวน 60 เปอร์เซนต์ ในทุกระดับความสามารถ แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบแบบเขียนตอบแสดงวิธีทำพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้วิธีการหารที่เหลือเศษเพียงสถานการณ์เดียว แต่เปลี่ยนตัวเลขเป็น 3 ลักษณะ คือ ปัญหาการหารที่มีขนาดของเศษเท่ากับครึ่งหนึ่งของตัวหาร, ขนาดของเศษน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของตัวหาร และขนาดของเศษมากกว่าครึ่งหนึ่งของตัวหาร ได้ข้อค้นพบว่า ระดับชั้นเรียน และเชื้อสายที่แตกต่างกันมีการแก้โจทย์ปัญหาการหารที่เหลือเศษ และการให้เหตุผลไม่แตกต่างกัน ขนาดของเศษที่เหลือไม่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาหรือการตีความหมายของปัญหา และพบว่าการตัดสินใจแก้ปัญหาได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับความเข้าใจในบริบทของสถานการณ์ ซึ่งนำไปสู่การคำนวณเชิงปริมาณ นักเรียนจะมุ่งคิดคำนวณให้ได้คำตอบออกมาโดยไม่ใช้เหตุผลมาเป็นทางเลือกในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นการคำนวณได้ถูกต้องอย่างเดียวจึงประกันไม่ได้ว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ในปีเดียวกัน เกรียร์ (Greer, 1993) ได้ศึกษาการรับรู้รูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบธรรมดาและโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงกับนักเรียนอายุ 13-14 ปี จำนวน

100 คน ในประเทศไอร์แลนด์เหนือ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบเขียนตอบ โจทย์ปัญหามี 8 คู่ ที่เกี่ยวกับการคูณและการหาร โดยข้อแรกในแต่ละคู่จะใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบตรงไปตรงมา ข้อที่สองใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ต้องคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในสถานการณ์ปัญหาด้วย ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในแบบที่ 1 ที่แก้โจทย์ปัญหาอย่างตรงไปตรงมา ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาในแบบที่ 2 นักเรียนไม่แสดงถึงการพิจารณาสภาพที่เป็นจริงในบริบทของโจทย์ปัญหา ในปีต่อมา เวอร์เชฟฟิล, ดี คอร์เต้ และลาซัวร์ (Verschaffel, De Corte and Lasure, 1994) ได้ศึกษาต่อจากงานวิจัยของเกรียร์ โดยเพิ่มโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ทั้งวิธีการบวก ลบ คูณ และหาร จำนวน 10 คู่ ศึกษากับนักเรียนเกรด 5 ในประเทศเนเธอร์แลนด์ จำนวน 75 คน ผลการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนงานวิจัยของเกรียร์โดยมีข้อสรุปว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะไม่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในการแก้โจทย์ปัญหา

5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการวินิจฉัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยที่จะนำเสนอมี 2 แนวทาง คือ การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย และการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยของศิริเดช สุขีวะ

5.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เช่น งานวิจัยของบอยเดน (Boyden , 1970) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต (verbal arithmetic problem solving) แล้วนำไปสำรวจกับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 993 คน พบจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12 ประการ แล้วสร้างเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ หาค่าความเที่ยงจากสูตร KR 20 ได้ 0.80 ได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33 - 0.63 ผลจากการศึกษาพบว่าแบบสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ โบว์แมน (Bowman, 1976) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น (A Basic Mathematics Diagnostic Instrument) เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนต่าง ๆ การแก้ปัญหาโจทย์และพีชคณิตเบื้องต้นแบบสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในวิทยาลัยที่มีโครงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่ำ และใช้ทดสอบเป็นกลุ่มแต่นำผลจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาว่า นักเรียนมีจุดเด่นและจุดบกพร่องในเนื้อหาใดและมักผิดพลาดใน

ลักษณะใด การรายงานผลจากแบบสอบจะเขียนเป็นเส้นภาพ (profile) เพื่อความสะดวกในการตีความหมายผลงานของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 435 คน ผลปรากฏว่าแบบสอบฉบับนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม ต่อมา จีน (Jean, 1978) ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก (addition process) ของนักเรียนเกรด 3 และ เกรด 4 โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่องและทำการสอนซ่อมเสริมในจุดบกพร่องนั้น ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับตัวเลข เพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบสอบหลังการสอนซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยจะมีลักษณะคล้ายกันคือเน้นกระบวนการสร้าง ซึ่งสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

ก. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข. สร้างแบบสอบเชิงสำรวจ (survey test) แบบให้แสดงวิธีทำและเติมคำโดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค. นำไปทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง และรวบรวมคำตอบผิด

ง. ดัดแปลงเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบสอบเชิงสำรวจมาเป็นตัวลวง

จ. นำไปทดลองใช้เพื่อคัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบ และหาคุณภาพ

ฉ. เขียนคู่มือการใช้แบบสอบวินิจฉัย

งานวิจัยในกลุ่มนี้ ได้แก่ อุไรวรรณ ทัศนบุตร (2523) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ ในปีเดียวกัน สุขุม มูลเมือง (2523) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อมา วรรณี ชุณหวุฒิยานนท์ (2524) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โพลิโนเมียลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3 จินดา ลิ่มถาวรศิริพงศ์ (2526) สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่นเดียวกับ วิรัช นิยมแย้ม (2525) ที่สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนชั้น

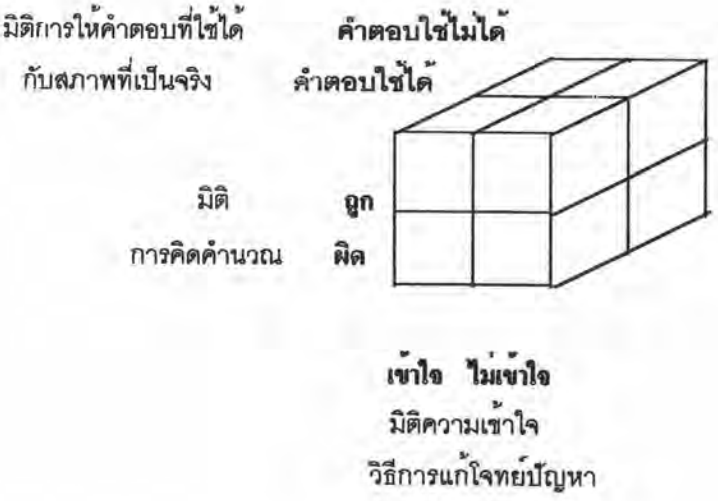
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ประดิษฐ์ เรืองตระกูล (2529) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โดยใช้โมเดลโลจีสติก สมศักดิ์ ฉันทานุรักษ์ (2529) สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนเกษตรกรรม เขตการศึกษา 6 และทัศนาพร คลังแก้ว (2532) ได้วิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ดารณี คำแหง (2532) ศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นงลักษณ์ เสมอภาพ (2533) ศึกษาการวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาเขตการศึกษา 12 และนันทนา สิงห์วัฒนาศิริ (2535) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5.2.2 การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยของศิริเดช สุชีวะ (2538)

วิธีการนี้มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแบบการคิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ตามสังกัปของเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย ขั้นตอนที่สองเป็นการสร้างข้อสอบจากรูปแบบข้อสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ให้แบบแผนการตอบทั้งชุดสามารถย้อนรอยแบบการคิดของผู้สอบแต่ละคน และขั้นตอนที่สามเป็นการดำเนินการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอนย่อย คือ การวินิจฉัยเชิงสำรวจแบบการคิด (exploratory diagnosis) และการวินิจฉัยเพื่อยืนยันแบบการคิด (confirmatory diagnosis) โดยการวินิจฉัยเชิงสำรวจแบบการคิดใช้แบบสอบชนิดเติมคำตอบ ส่วนการวินิจฉัยเพื่อยืนยันแบบการคิดใช้แบบสอบชนิดถูก - ผิด เป็นแบบสอบเฉพาะบุคคลสำหรับนักเรียนที่ยังไม่สามารถวินิจฉัยแบบการคิดที่แน่นอนได้จากแบบสอบชุดแรก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 940 คน เนื้อหาที่ใช้ศึกษาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่พัฒนาขึ้นมีความคงที่ในการวินิจฉัย และมีความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์เมื่อใช้ผลการวินิจฉัยของครูเป็นเกณฑ์

ตอนที่ 6 แนวคิดของวิธีการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น

จากการศึกษาพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการนำสภาพที่เป็นจริงมาใช้กับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลจากการที่ผู้วิจัยศึกษานำร่องสามารถสรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงออกเป็น 3 มิติ คือ (1) มิติความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (2) มิติการคิดคำนวณ และ (3) มิติการให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง ดังแสดงในแผนภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบจำลองโครงสร้างของการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริง

1. มิติความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (comprehension dimension : C) ประกอบด้วย

1.1 เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (C+) หมายถึง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ สามารถเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ วิธีการบวก ลบ คูณ หรือ หาร แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

1.2 ไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (C-) หมายถึง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้แล้วเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ผิดมาจัดกระทำกับตัวเลขที่โจทย์กำหนดมาให้ เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้วิธีการหารมาให้ แต่นักเรียนกลับใช้วิธีการบวก หรือ คูณ

2. มิติการคิดคำนวณ (technical dimension: T) ประกอบด้วย

2.1 การคิดคำนวณถูกต้อง (T+) หมายถึง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ สามารถคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอน และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

2.2 การคิดคำนวณผิด (T-) หมายถึง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วคิดคำนวณผิดลำดับขั้นตอน หรือคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนแต่เกิดผิดพลาดในการคิดคำนวณ (technical error) เช่น เมื่อโจทย์กำหนดให้ทำวิธีคูณ แต่นักเรียนคูณผิด

3. มิติการให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (realistic dimension: R) ประกอบด้วย

3.1 สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (R+) หมายถึง เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหามาให้ นักเรียนสามารถใช้สามัญสำนึก (common sense) หรือประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับความเป็นจริงในสถานการณ์ปัญหานั้น มาพิจารณาร่วมกับการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์แก้โจทย์ปัญหา

3.2 ไม่สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (R-) หมายถึง เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหามาให้นักเรียนมุ่งแก้ปัญหาโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว ไม่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในสถานการณ์ที่กำหนดมาให้

จากแบบจำลองโครงสร้างของการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงสามารถแบ่งผลการวินิจฉัยเป็น 8 กลุ่ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปแบบการคิดของนักเรียนตามแบบจำลองโครงสร้างการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริง

รูปแบบการคิดกลุ่มที่	ความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Comprehension:C)		การคิดคำนวณ (Technical:T)		การให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (Realistic :R)	
	เข้าใจ (C+)	ไม่เข้าใจ(C-)	ถูก (T+)	ผิด (T-)	ใช้ได้ (R+)	ใช้ไม่ได้ (R-)
1	/		/		/	
2	/		/			/
3	/			/	/	
4	/			/		/
5		/	/		/	
6		/	/			/
7		/		/	/	
8		/		/		/

รูปแบบการคิดแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณถูกต้องและสามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C+ T+ R+)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณถูกต้องแต่ไม่สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C+ T+ R-)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณไม่ถูกต้องแต่ให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C+ T- R+)

กลุ่มที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณไม่ถูกต้อง และไม่สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C+ T- R-)

กลุ่มที่ 5 นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่คิดคำนวณถูกต้อง และสามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C- T+ R+)

กลุ่มที่ 6 นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่คิดคำนวณถูกต้อง ไม่สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C- T+ R-)

กลุ่มที่ 7 นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณไม่ถูกต้อง แต่ให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C- T- R+)

กลุ่มที่ 8 นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คิดคำนวณไม่ถูกต้อง และไม่สามารถให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง (C- T- R-)

ในขั้นตอนการวินิจฉัยผู้วิจัยดำเนินการวินิจฉัยรูปแบบการคิดแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเป็น 3 มิติ เป็นอิสระจากกัน ซึ่งในแต่ละมิติจะวินิจฉัยด้วยข้อสอบประเภทเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยมีตัวเลือก จ เป็นตัวเลือกปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงการคิดแก้ปัญหา และเป็นการลดข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยที่ผ่านมา โดยแบบสอบที่ใช้วินิจฉัยในครั้งนี้มี 1 ฉบับ แยกเป็น 3 ตอน คือตอนที่ 1 วัดมิติความเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ตอนที่ 2 วัดมิติการคิดคำนวณ และตอนที่ 3 วัดมิติการให้คำตอบที่ใช้ได้กับสภาพที่เป็นจริง โดยสถานการณ์และตัวเลขที่ใช้ในการคิดคำนวณของข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละตอนเป็นชุดเดียวกัน แต่ละตอนจะมีข้อสอบ 6 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 18 ข้อ

เหตุผลที่กำหนดจำนวนข้อสอบตอนละ 6 ข้อ เนื่องจากในขั้นตอนการทดลองใช้ผู้วิจัยใช้ข้อสอบชุดละ 8 ข้อ พบว่าเวลาในการชี้แจงนักเรียนและเวลาการทำแบบสอบมากกว่า 1 ชั่วโมง โดยนักเรียนรู้สึกเหนื่อยล้ามาก นอกจากนี้ สิงหะ (Singha) และอันเดอร์ฮิล (Underhill) ได้เสนอแนะว่าในการวินิจฉัยแต่ละจุดประสงค์ควรมีข้อสอบไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ดังนั้นเพื่อให้ความครอบคลุมเนื้อหาและความเหมาะสมกับเวลาเรียนในหนึ่งคาบ ผู้วิจัยจึงใช้จำนวนข้อสอบแต่ละตอนเป็น 6 ข้อ โดยในการดำเนินการสอบจะให้นักเรียนทำแบบสอบให้เสร็จทีละตอนเริ่มจากตอนที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับการวินิจฉัยยึดตามแนวคิดของอันเดอร์ฮิล และไนซ์ลี (Underhill, 1981 and Nicely, 1977 อ้างใน ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) ที่ถือเอาการตอบข้อสอบถูกร้อยละ 67 ของจำนวนข้อเป็นตัวบอกว่านักเรียนมีความสามารถระดับนั้นจริง มิใช่ผิดเพราะความเลินเล่อ