



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

วรรณคดีที่เกี่ยวข้องจะแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่หนึ่งว่าควมโนทัศน์เบื้องต้นของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ ทฤษฎีในการสอนคณิตศาสตร์ และการประเมินผลย่อย ตอนที่สอง กล่าวถึงผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลย่อย และการสอนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ว่าควมโนทัศน์เบื้องต้นของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ ทฤษฎีในการสอนคณิตศาสตร์ และการประเมินผลย่อย

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้

การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาบุคคลทั้งในด้านจิตใจ นิสัย และคุณสมบัติอย่างอื่น เพื่อให้ทุกคนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในสิ่งที่เขาศึกษา ตลอดจนมีจริยธรรม และทัศนคติที่พึงามต่อวิชาที่เขาศึกษา ปัจจุบันมีสถาบันหลายประเภท เป็นผู้จัดการศึกษาอยู่ในรูปของการจัดการเรียนการสอน เป็นการฝึกฝนและหล่อหลอมให้ผูเรียนทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถคิด แก้ไขปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อได้ปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ของตัวเองและสังคมให้มีความสุข (ตลอดจนหล่อหลอมให้เป็นผู้มีความประพฤติที่พึงาม การศึกษาเป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต มนุษย์เรียนรู้เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ทุกคราวที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ เกิดขึ้น มนุษย์ได้เรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นการเรียนรู้ในด้านความคิด หรือการกระทำ หรือทั้งสองอย่างพร้อม ๆ กันก็ได้¹

¹ ภิญ โสธร, หลักการศึกษ (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สุภา, 2521),

นักการศึกษาหลายท่านได้สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการศึกษาให้
 เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้
 (John Dewey) และที่สำคัญ ไคแก่ ทฤษฎีความต่อเนื่องสัมพันธ์ (Connectionism) ของ
 ธอร์นไคค์ (Edward L. Thorndike) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นเรื่องของการสร้าง
 ความต่อเนื่องสัมพันธ์ และสิ่งที่จะต้องนำมาต่อเนื่องสัมพันธ์คือ การใช้ประโยชน์ในสังคมได้¹
 ธอร์นไคค์เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาคนแรก ที่เสนอแนะให้มีการวัดผลอย่างมีระบบ และ
 ใช้สถิติเข้าช่วย นอกจากนี้ยังเห็นความสำคัญของการวิจัยทางการศึกษา เขาถือว่าการวัดผล
 คือหนทางที่นำไปสู่ปลายทางที่ถูกต้อง จากการวิจัยต่าง ๆ ทำให้ธอร์นไคค์เชื่อในทฤษฎีที่ว่า
 บุคคลแต่ละคนไม่เหมือนกัน เพราะมีความแตกต่างระหว่างบุคคล การศึกษาจึงต้องคำนึงถึง
 เป็นรายบุคคลด้วย จะสอนรวม ๆ กันไป โดยถือว่าบุคคลทั้งชั้นเหมือนกัน จะเรียนรู้เท่ากัน
 ไม่ได้² นอกจากนี้มีทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ อีกมากมาย เพื่อให้บรรลุถึงอุดมการณ์ของ
 การสอนที่มุ่งให้ทุกคนเรียนรู้ได้อย่างดี จึงเกิดแนวคิดการเรียนเพื่อความรอบรู้ (Mastery
 Learning) กล่าวว่า ภายใต้สภาพการสอนที่เหมาะสม นักเรียนทุกคนจะสามารถเรียน
 ให้ได้ดีในสิ่งที่เขาได้รับการสอน³ ซึ่งแนวความคิดนี้มาจากรูปแบบความคิด (Conceptual
 Model) ที่แคโรล⁴ (Carroll) เสนอว่า ปริมาณการเรียนรู้ที่ขึ้นอยู่กั้อัตราส่วน
 ของเวลาที่ใช้ในการเรียนจริงต่อเวลาที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน

¹Ernest R. Hilgard, Theories of Learning and Instruction
 (Chicago: NSSE, The University of Chicago Press, 1964), p. 7.

²บุญโญ สาขร, หลักการศึกษ, หน้า 225.

³James H. Block, Mastery Learning. (New York: Holt Rinehart
 and Winston Inc., 1971), p.1.

⁴J.B. Carroll, "A Model of School Learning," Teacher
 College Record. 64 (1963) : 122-133.

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนขึ้นอยู่กับเวลาที่นักเรียนใช้เรียนจริง ๆ มากน้อยเพียงใด ถ้าผู้เรียนใช้เวลาเพื่อการเรียนมากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็จะสูง แตรงกันข้าม ถ้าเขาใช้เวลาเรียนน้อยผลสัมฤทธิ์ก็น่าจะต่ำตามไปด้วย จะเห็นได้ว่าตัวแปรพื้นฐานสำคัญ คือ เวลาเรียน ซึ่งขึ้นกับเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น เวลาที่ครูอนุญาตให้เรียน ความพยายามของผู้เรียน ความเข้าใจบทเรียน คุณภาพของการสอนที่สามารถชักจูงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อุณหภูมิและความถนัดของผู้เรียน หมายความว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนให้สัมฤทธิ์ผลในระดับสูงเท่าเทียมกันได้ โดยจัดเวลาการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน บลูม¹ (Bloom) นำข้อคิดข้างต้นมาเสนอเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) เขาอธิบายว่าผลผลิตทางการศึกษานั้นขึ้นอยู่กับ คุณลักษณะ ความรู้ และความคิดก่อนเข้าเรียน ระดับความสนใจและทัศนคติที่มีต่อวิชาที่เรียน และคุณภาพการสอนของครู ซึ่งคุณภาพการสอนตามแนวของบลูมนั้น ประกอบด้วย การชี้แนะ การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเสริมแรง การแจ้งผลการทำงาน และการแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้²

1. จัดหัดักสูตรระยะสั้นให้เรียนเนื้อหาตอนหนึ่ง (บทหนึ่ง) ที่แบ่งไว้ให้จบภายใน 1-2 สัปดาห์
2. ระบุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนให้ชัดเจน
3. ระบุเกณฑ์การรอบรู้เป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อสอบที่ตอบถูก ถ้าใช้ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มก่อนเป็นเกณฑ์ แต่โดยปกติใช้เกณฑ์ 80% - 85% แต่ต้องพิจารณาเงื่อนไขการเรียนรู้อุณหภูมิ และแบบซ่อมประกอบด้วย
4. การเรียนการสอนในห้องเรียนดำเนินแบบปกติ ใช้ตำรา อุปกรณ์ และมอบหมายงานให้นักเรียนทำ

¹ Benjamin S. Bloom, Human Charecteristic and School Learning, p. 43-45.

² Norman E. Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching, p. 502-503.

5. นำแบบสอบวินิจฉัยความก้าวหน้า (Diagnostic-Progress Tests) และแบบสอบย่อย (Formative Tests) มาใช้เมื่อสิ้นสุดหน่วยการเรียนรู้ แบบสอบย่อยใช้เป็นเครื่องเสริมแรงให้นักเรียนที่รอบรู้ ส่วนแบบสอบวินิจฉัยใช้แก้ไขข้อบกพร่องให้นักเรียนที่ยังไม่สัมฤทธิ์ผลในการเรียน แบบสอบดังกล่าวไม่ใช้ในการพิจารณาให้เกรด

6. คำแนะนำการสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่ยังไม่รอบรู้ ซึ่งมีวิธีการต่าง ๆ เช่น อ่านหนังสือประกอบ ใช้อุปกรณ์ ใช้โปรแกรมทางโทรทัศน์ สอนเป็นรายบุคคล สอนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ฯลฯ ถ้าใช้วิธีหนึ่งวิธีใดไม่ได้ผลก็ใช้วิธีการต่าง ๆ ร่วมกัน หลังจากนั้นทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

7. หลังจากเรียนจบทั้งหน่วย (all of course units) ให้นักเรียนทำแบบสอบรวม (Summative Test) นำผลมาพิจารณาให้เกรด โดยถือว่าการเริ่มต้นอยู่ที่เกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Standard) ดังนั้นถ้านักเรียนทุกคนสัมฤทธิ์ผลตามเกณฑ์ที่วางไว้ก็ให้เกรด A ทั้งหมด

8. ผลจากการสอบรวม และการสอบย่อย ใช้เพื่อประเมินผลการเรียน และปรับปรุงการเรียนต้องดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนส่วนใหญ่มีโอกาสเกิดการเรียนรู้

ขบวนการเรียนการสอนของบลูม แตกต่างจากการสอนโดยทั่วไปคือ

1. เน้นการรอบรู้ทุกจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้
2. ใช้แบบสอบย่อยในการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ
3. จัดการสอนซ่อมเสริมอย่างมีระบบ จัดแหล่งการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง (Alternate learning resources) เพื่อช่วยให้ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้
4. จัดเวลาเพิ่มเติมให้แก่ผู้ที่ยังไม่รอบรู้ ทำให้ทุกคนสัมฤทธิ์ผลในการเรียนอย่างกว้างขวาง

วิธีการนี้เน้นตัวแปรเรื่องเวลาและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น ประสิทธิภาพทางการเรียน และการพิจารณาเกรดจึงยึดถือระดับความรอบรู้ของเขาเอง มากกว่าที่จะนำไปเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน



ฮาร์นิช และไวเลย์¹ (Harnischferger and Wiley) ได้เสนอรูปแบบ
ผลการเรียนรู้ในโรงเรียน กล่าวถึงองค์ประกอบของผลการเรียนรู้ 5 ประการคือ

1. ภูมิหลังของครู
2. การจัดหลักสูตร
3. ภูมิหลังของนักเรียน
4. กิจกรรม
การสอนของครู
5. กิจกรรมการเรียนของนักเรียน

สำหรับในประเทศไทย สำเร้ง บุญเรืองรัตน์² ทำการวิจัยในปี ค.ศ. 1978
พบว่า ตัวแปรสำคัญในขบวนการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อความสัมฤทธิ์ในการเรียนคือ ความรู้
ก่อนเข้าเรียน ความสนใจของผู้เรียน เวลาที่ใช้ในการเรียน และคุณภาพของการสอน
ตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ เวลาในการเรียน และคุณภาพของการสอน ซึ่งมีรูปแบบว่า
สอน-สอบ-สอนใหม่

007557

ทฤษฎีในการสอนคณิตศาสตร์³

ทฤษฎีในการสอนคณิตศาสตร์ เป็นความพยายามของนักการศึกษา ที่จะหาทาง
ส่งเสริมให้ผู้เรียนรอบรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ทฤษฎีใหญ่ ๆ คือ

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory)

ทฤษฎีนี้เน้นเรื่องการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ ซาก ๆ จนกว่านักเรียน

¹ A. Harnischferger and D.E. Wiley, "The Teaching Learning Process in Elementary School: A Synoptic View," Curriculum Inquiry 6(1970) : 5-14.

² Samrerng Boonruangrutana, A Model of School Effect (Unpublished Doctoral Dissertation University of Illinois at Urbana-Champaign, 1978), อ้างจาก สำเร้ง บุญเรืองรัตน์, "ทิศทางใหม่ของการวิจัยการศึกษา," วารสารการวิจัยผลการศึกษา 2(มกราคม-เมษายน, 2524) : 5.

³ E.L. Ritter and L.A. Shepherd, Methods of Teaching (New York: The Dryden Press, Inc., 1949), pp.202-203.

จะเคยชินกับวิธีการนั้น เพราะเชื่อว่าวิธีการดังกล่าวทำให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ฉะนั้นการสอนของครูจึงเริ่มต้น โดยครูให้ตัวอย่าง บอกสูตร หรือกฎเกณฑ์ แล้วให้นักเรียนฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนชำนาญ นักการศึกษาปัจจุบันยังยอมรับว่าการฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาทักษะ

ข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้

1. นักเรียนต้องจดจำ ท่องกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งยุ่งยาก
2. นักเรียนไม่อาจจดจำข้อเท็จจริง ๆ ต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้หมด
3. นักเรียนไม่ได้เรียนอย่างเข้าใจ จึงเกิดความลำบากสับสนในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และสิ่งของที่เรียนได้ง่าย ๆ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยเหตุบังเอิญ (Incidental-Learning Theory)

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อมั่นว่า เด็กจะเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีความต้องการหรือความอยากรู้อยากเห็นเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ฉะนั้นกิจกรรมการเรียนต้องจัดขึ้นจากเหตุการณ์ที่บังเกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนซึ่งนักเรียนได้ประสบกับตนเอง

ข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้

เหตุการณ์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้จะใช้ได้เป็นครั้งคราว ถ้าไม่มีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นแล้ว ทฤษฎีนี้ก็จะไม่เกิดผล

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory)

ทฤษฎีนี้ตระหนักว่าการคิดคำนวณกับความเป็นอยู่ในสังคมของเด็กเป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่านักเรียนจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ก็เมื่อได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับว่าเหมาะในการนำไปสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน จากผลการค้นคว้าและวิจัยเรื่องการสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษา พบว่า การสอนนักเรียนในระดับ ป.1-2 ตามทฤษฎีนี้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้

เป็นอย่างก็

บรูคเนอร์¹ (Bruocknor) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. การสอนเรื่องใหม่แต่ละครั้ง ควรใช้ของจริงประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นชั้นต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

2. ให้โอกาสนักเรียนแสดงวิธีการคิดคำนวณของเขาเอง และควรให้นักเรียนแสดงความยาก ตลอดจนข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่เรียนใหม่ กับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว

3. ให้นักเรียนได้ใช้ความพยายามของตนเองในการค้นหาคำตอบ โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการคิด

4. ควรใช้สื่อทัศนูปกรณ์ในการช่วยสอนชั้นต่าง ๆ ให้มาก

5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนใหม่พร้อมทั้งให้อธิบายถึงวิธีการคำนวณที่เขาทำ โดยการให้ออกไปแสดงวิธีทำบนกระดานให้เพื่อนร่วมชั้นดู และควรให้แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบด้วย

6. ควรฝึกทักษะหลังจากเด็กเข้าใจวิธีการนั้น ๆ เป็นอย่างดีแล้ว

7. ควรสอนซ้ำในเรื่องที่นักเรียนยังไม่เข้าใจจนกว่าเขาจะเข้าใจ และทำได้

ถูกต้อง

8. ควรให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันจริง ๆ

9. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอยู่เสมอ เป็นการฝึกทักษะในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว

ลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ดี²

1. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้ค้นพบหลักเกณฑ์ แบบ และขบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้วยตนเอง

¹ Bruocknor อ้างจาก โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์, เทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่, หน้า 23.

² เรื่องเดียวกัน, หน้า 24.

2. การสรุปกฎเกณฑ์แต่ละครั้ง ควรสรุปโดยวิธีอุปมาน (Inductive) และการนำเอากฎเกณฑ์ไปใช้ควยวิธีอุปมาน (Deductive)

3. นักเรียนควรได้รับการแนะนำเมื่อจำเป็นเท่านั้น เพื่อนำไปสู่ขบวนการที่ถูกต้องของคณิตศาสตร์ ควรมีอุปกรณ์ประกอบการสอนควย

4. การทำแบบฝึกหัดควรให้ทำภายหลังที่นักเรียนได้สำรวจวิธีการนั้น ๆ จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

5. ในการเลือกเรื่องหรือเนื้อหา ควรคำนึงถึงความมุ่งหมายทั้งทางคณิตศาสตร์และสังคม ซึ่งจะช่วยให้เรียนนำเรื่องที่เรียนไปใช้ในวิถีชีวิตประจำวันได้

6. ในการจัดโครงการสอน ควรลำดับชั้นโดยให้นักเรียน เรียนจากสิ่งที่เขาได้เรียนรู้แล้ว และนำเอาไปใช้ในการเรียนเรื่องใหม่

7. แผนการสอนต่อเนื่องกัน ควรจัดตามเนื้อหา ปัจจุบันการสอนคณิตศาสตร์นิยมจัดเนื้อหา ซึ่งอาจจัดสอนได้ทุกระดับชั้น โดยไม่กำหนดว่าเรื่องนั้นเรื่องนี้ต้องสอนในชั้นนี้ชั้นนี้

8. การสอนควรจัดตามความแตกต่างของบุคคล

9. ครูต้องพยายามใช้กลวิธีและเทคนิคต่าง ๆ ที่จะกระตุ้นหรือเร้าใจให้นักเรียนสนใจบทเรียนอยู่ตลอดเวลา

10. ครูต้องค้นหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง และเข้าใจในลำดับชั้นการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควย

เกเกอร์¹ กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์นั้น ต้องให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแจ่มแจ้งในทฤษฎีและความรู้พื้นฐานของคณิตศาสตร์ควย เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อาศัยหลัก หรือกฎเกณฑ์เบื้องต้น เกี่ยวโยงเป็นขั้นทำให้เกิดความรู้เรื่องใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น

¹William A. Gager, "The Functional Approach to Elementary and Secondary Mathematics," The Mathematics Teacher 50 (January 1957) : 31.

ทริมเบิล¹ (Trimble), กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ ที่ที่นั้น ครูไม่เพียงแต่สอนให้นักเรียนไค้โนทัศน์ไปใ้ใจอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ต้องสอนให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง และกระหายที่จะเรียนด้วย เพราะความเชื่อมั่นในตนเอง และความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นม่อเกิดสำคัญของการวิเคราะห์ วิจัย ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการขยายความรู้ และการเรียนรู้ว่าจะเรียนอย่างไร ซึ่งพีโตรเนีย² (Petronia) ได้เสนอวิธีสอนโดยให้นักเรียนค้นพบหลักสำคัญด้วยตนเอง และให้เหตุผลสนับสนุนไว้ว่า การสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจะให้นักเรียนได้ค้นพบหลักสำคัญ และเขียนในรูปทั่วไปไ้ด้วยตนเอง จะเป็นการเร้าความกิด และให้นักเรียนรู้จักใช้ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ในสถานการณัใหม่ ๆ นอกจากนั้น ยังทำให้นักเรียนสามารถใช้สติปัญญาเพื่อกำหนดเหตุการณัต่าง ๆ และพิสูจน์ไ้ว่า การทำนายของตนเองนั้นถูกหรือไม

การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation)

การประเมินผลเป็นขบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใด ๆ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน กิลฟอร์ด³ (Guilford) ได้นิยามการประเมินผลว่าเป็นการตัดสินค่านิยมของการกระทำ ลี เจ ครอนบาช⁴ (Lee J. Cronbach) ให้นิยาม

¹Harold C. Trimble, "The Heart of Teaching," Perspective on Secondary Mathematics Education. (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1971), p. 115.

²Sister Mary Petronia, "A Second Look at Modern Mathematics," Perspective on Secondary Mathematics Education. (New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1971), pp. 34-35.

³J.P. Guilford, Psychometric Methods. (New York: McGraw-Hill, 1954), pp. 28-31.

⁴Lee J. Cronbach, Essential of Psychological Testing 2d ed. (New York: Harper and Row, 1970), p. 26.

ของการวัดเป็น 2 ลักษณะคือ การวัดพฤติกรรมสูงสุด เพื่อตัดสินความสามารถของแต่ละบุคคล เช่น การวัดความถนัด การวัดสัมฤทธิ์ผล เป็นต้น และการวัดพฤติกรรมทั่วไป เพื่อตัดสินความสนใจ ทักษะ บุคลิกภาพ เป็นต้น

บลูม¹ (Bloom) แบ่งการประเมินผลการศึกษาออกเป็น 2 จำพวก ใหญ่ ๆ คือ

1. การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) หมายถึง การประเมินผลระหว่างการเรียนหรือการประเมินผลระหว่างการสอนกำลังดำเนินอยู่ เพื่อมุ่งตัดสินคุณค่าเบื้องต้น ของการสอนหรือการเรียนอันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง หรือการปรับปรุงวิธีสอน เพื่อก่อให้เกิดผลดียิ่งขึ้น

2. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่าหรือระดับสัมฤทธิ์ผลสะสมของผู้เรียนหลังจากการสอนสิ้นสุดแล้ว เช่น การสอบปลายภาคเรียน โดยมุ่งใช้ข้อมูลเพื่อจัดอันดับคะแนนของผู้เรียนหรือดัชนีชี้ระดับผลสัมฤทธิ์สะสมในวิชาใดวิชาหนึ่ง

สำหรับการประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) สคริฟเวน² ได้ให้นิยามว่าการประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) หมายถึงการประเมินผลระหว่างภาคเรียนหรือการประเมินขณะที่การสอนยังดำเนินอยู่ เพื่อมุ่งตัดสินคุณค่าเบื้องต้นของการสอน หรือการเรียน อันจะนำไปสู่การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการสอน วิธีการเรียน

¹ Benjamin S. Bloom, Thomas I. Hastings and George F. Madaus, Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. (New York: McGraw-Hill Book Co., 1971), pp. 10-15.

² M. Scriven, "The Methodology of Evaluation," In Taylor, P.A. and Gowley, D.M. (ed.) Reading in Curriculum Evaluation. (Dubugne: Wm. C. Brown, 1972), pp. 24-48. อ้างจาก ศรีสลัง แก้ววิจิต, "ผลของระบบประเมินผลการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 14.

เพื่อก่อให้เกิดผลดียิ่งขึ้น กรอนลันด์¹ (Gronlund) กล่าวว่า การประเมินผลย่อย หมายถึง การประเมินผลความก้าวหน้าระหว่างการเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่ เป็นเครื่องมือพัฒนาการเรียนการสอนโดยตรง

สรุปได้ว่าการประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) เป็นการประเมินที่มุ่งจะนำผลของการประเมินไปแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอน ให้มุ่งตรงไปสู่จุดประสงค์ และตรวจสอบสาเหตุที่ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้

การที่จะประเมินผลการเรียนรู้ให้ถูกต้องเหมาะสม จำเป็นต้องแสวงหาวิธีการประเมินให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ซึ่งผลการประเมินจะถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือหรือวิธีการวัดว่า วัดได้โดยตรง ได้ข้อมูลที่เพียงพอ เป็นตัวแทนผลการเรียนรู้ในทุกมิติหรือไม่ คุณภาพของเครื่องมือจึงมีความสำคัญมาก ถ้าเครื่องมือไม่มีคุณภาพเพียงพอผู้วัดได้ก็ไม่ถูกต้อง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ผลการตัดสินใจก็ไม่ถูกต้องด้วย เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ความคิดคือข้อสอบ² และเครื่องมือของการประเมินผลแต่ละชนิดควรมีรูปแบบเพื่อการนั้นเป็นการเฉพาะ³

การสร้างแบบสอบย่อย

การสร้างแบบสอบที่ดีต้องมีการวางแผนในการสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ กรอนลันด์⁴ (Gronlund) กล่าวว่า การทดสอบในห้องเรียนมีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ที่การ

¹Norman E. Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching 3d ed. (New York: Macmillan Publishing Co., 1976), p. 16.

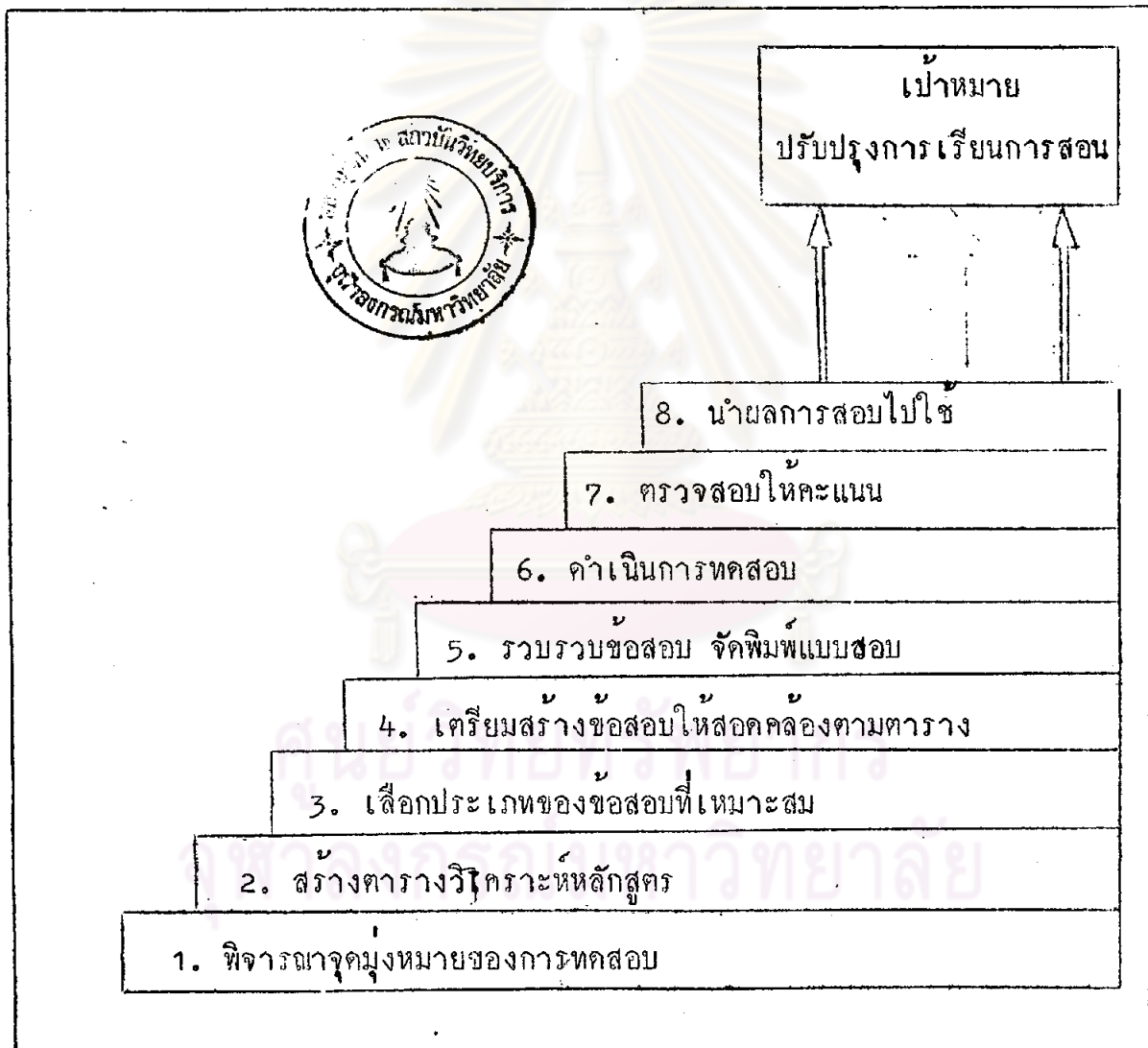
²สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, "แนวความคิดพื้นฐานในการประเมินผลการเรียนรู้ และการสร้างข้อสอบ," อ้างจาก สัมมนาอาจารย์การพัฒนากการเรียนการสอน. (คณะพาณิชยศาสตร์ และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2523), หน้า 15-16.

³Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching, 3:17.

⁴Ibid., pp. 135-139.

ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยแบ่งการวัดออกตามผลการเรียนรู้ที่ต้องการข้อมูลที่ ได้จะมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด ขึ้นอยู่กับความระมัดระวัง ในการสร้างแบบสอบ ซึ่ง แสดงดังแผนผังต่อไปนี้

แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนของการทดสอบในห้องเรียน



แหล่งที่มา : คัดแปลงจาก Norman E. Gronlund (1976 : 136).

กรอนลันด์¹ (Gronlund) ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างแบบสอบย่อยดังนี้ :-

1. เป็นแบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced mastery tests)
บางครั้งอาจใช้ Norm-referenced tests ก็ได้

2. เนื้อหาที่จะนำมาทดสอบกำหนดขึ้นอย่างแน่นอน อาจเป็น 1 หน่วย 1 บท

1 หมวด

3. ความยากง่ายของข้อสอบขึ้นอยู่กับเนื้อหา แต่ควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเพื่อช่วยชี้ข้อบกพร่องในการเรียนของ

นักเรียน

บลูม² (Bloom) เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบสอบย่อย ดังนี้ :-

1. วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (Analysis of Learning Units) เพื่อศึกษา
จุดมุ่งหมายและธรรมชาติของบทเรียนในตอนหนึ่ง ๆ

2. สร้างตารางเฉพาะของหน่วยการเรียนรู้ (Specification for the Units)
ในขั้นตอนนี้ต้องพิจารณาถึงเนื้อหา (Content) พฤติกรรมของผู้เรียน และเวลาที่จำเป็น
ต้องใช้ในการเรียนรู้ เมื่อรวบรวมรายละเอียดดังกล่าวได้แล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน
การสอน ได้แก่ ผู้สร้างหลักสูตร ครู นักประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ ร่วมกัน กำหนด
ความสำคัญของแต่ละพฤติกรรมนำมาเขียนเป็นตารางเฉพาะ

3. ดำเนินการสร้างแบบสอบย่อย ซึ่งแบบสอบย่อยควรมีลักษณะดังนี้ :-

3.1 สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมแต่ละพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในตารางเฉพาะ
อย่างน้อยพฤติกรรมละ 1 ข้อ

3.2 ข้อสอบต้องรวมเนื้อหาทั้งหมด ไม่ใช่สุ่มมาเฉพาะส่วนสำคัญ เพื่อเป็น
ตัวแทนเท่านั้น

¹Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching, 3 : 137.

²Bloom, Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning, 118-128.

3.3 ข้อสอบควรมีความยากง่ายต่อเนื่องกัน ผู้ที่ทำข้อสอบส่วนที่ง่าย ๆ ได้ จะเกิดการเรียนรู้ในการทำข้อสอบที่ยากกว่าได้โดยถูกต้อง ไม่ใช่ทำถูกโดยบังเอิญ หรือ เดา

3.4 ข้อสอบจะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นถ้าไม่เพียงแต่บอกว่าเขาทำส่วนใดไม่ได้ แต่ควรบอกสาเหตุที่เขาทำไม่ได้ด้วย

3.5 คะแนนจากแบบสอบย่อยไม่มีผลต่อการตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่จะเป็นเครื่องชี้นำไปให้ผู้เรียนรู้ว่าเขามองพร่องที่ไหน ควรแก้ไขอย่างไร เพื่อให้เกิดความรอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ เป็นอย่างดี

เชส¹ (Chase) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบสอบย่อยดังนี้ :-

1. เนื้อหาในแบบสอบย่อยควรสั้น และมีขอบเขตจำกัดเฉพาะเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเท่านั้น
2. ใช้แบบสอบย่อยเพื่อพิจารณาขอบกพร่อง และแก้ไขจุดอ่อนต่าง ๆ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

ยูพิน พิพิชกุล² ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบสอบย่อย ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายสำคัญของการประเมินผลย่อยไม่ใช่การให้เกรดที่จะตัดสินได้-ตก หรือเกี่ยวกับการเลื่อนชั้น แต่เป็นการช่วยครูและนักเรียนปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง การประเมินผลย่อยนี้ทำในระหว่างที่ครูกำลังดำเนินการสอนอยู่ และทำต่อเนื่องกันไปอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบข้อบกพร่องตนเองก็แก้ไขได้ทันที

¹ Chinton I. Chase, Measurement for Educational Evaluation. 2d ed. (New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1978), p. 96.

² ยูพิน พิพิชกุล, พฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. (กรุงเทพมหานคร: แผนกวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518), หน้า 84-85.

2. ต้องมีการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ หลาย ๆ หน่วย ซึ่งแต่ละหน่วย อาจใช้เวลาเรียน 1-2 สัปดาห์ แต่ละหน่วยนั้นอาจเป็นบทเรียนหนึ่ง เมื่อจบตอนหนึ่งแล้วก็ ออกข้อสอบย่อย

3. ในการสร้างข้อสอบย่อยนั้น ไม่ต้องการความรู้ใหม่ หรือทักษะที่ฝึกปรืออย่างใด แต่เป็นการสร้างคำถามที่เรียงตามลำดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ และตามลำดับ การสอนของครู

สุรชัย ขวัญเมือง¹ กล่าวถึง ขบวนการในการสร้างแบบสอบย่อยดังนี้ :

1. นำหน่วยการเรียนที่ต้องการจะทดสอบมาจัดวิเคราะห์เนื้อหาย่อย ๆ โดย ศึกษาจากคู่มือครูและแบบเรียน เพราะคู่มือครูจะบอกรายละเอียด หรือเนื้อหาย่อย ๆ หรือ สังกัป (Concept) ต่าง ๆ ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับไว้ด้วย
2. วิเคราะห์พฤติกรรมของเนื้อหาย่อยที่วิเคราะห์ไว้แล้ว
3. กำหนดน้ำหนักที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหาพฤติกรรม และปรับปรุงตาราง วิเคราะห์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิชา
4. สร้างแบบสอบตามตารางที่วิเคราะห์ไว้แล้ว ข้อสอบบางข้ออาจคัดเลือก นำไปใช้ในการประเมินผลรวมอีกก็ได้ ข้อสอบควรมีลักษณะดังนี้ :
 - ก. เป็นข้อสอบที่ถามตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของการเรียนการสอน ในแต่ละหน่วยย่อย โดยแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมอาจสร้างข้อสอบหลาย ๆ ข้อ
 - ข. การใช้คะแนนจากการสอบตัดสินว่าบุคคลผ่านหรือไม่ผ่านหน่วยย่อยใด ๆ นั้น ต้องอาศัยการกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า
 - ค. การทดสอบต้องทำภายหลังการเรียนการสอนในหน่วยนั้นสิ้นสุดลง

¹สุรชัย ขวัญเมือง, วิธีสอนและการวัดผลในวิชาคณิตศาสตร์, เอกสารนิเทศ การศึกษา, ฉบับที่ 214. (กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2522), หน้า 215-217.



5. ทำตารางเพื่อแนะนำให้นักเรียนไปค้นคว้าในหนังสือต่อเมื่อนักเรียนทำข้อหนึ่งข้อใดไม่ถูกต้อง

การใช้การประเมินผลย่อย

บลูม¹ (Bloom) เสนอแนะให้ใช้การประเมินผลย่อยเมื่อทำการสอนเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดจบแล้ว หลังจากให้นักเรียนทำการทดสอบแล้วตรวจกระดาษคำตอบคืนให้พร้อม กับเสนอแนะวิธีการในการแก้ไขข้อบกพร่องให้เขาด้วย อาจเป็นการทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม คู่มือใหม่ในหน้าใด เล่มใด และ ฯลฯ อาจมีการสอนซ่อมเสริม ซึ่งต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลต่อไป หลังจากนั้นให้นักเรียนทำการทดสอบแบบสอบคู่ขนานกับฉบับแรก เมื่อการสอนซ่อมเสริมสิ้นสุดลง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของกรอนลันด์² (Gronlund) และได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรตรวจกระดาษคำตอบคืนทันที หรือดำเนินการดังนี้

1. คืนกระดาษคำตอบทันทีเท่าที่เป็นไปได้
2. ให้ข้อเสนอแนะแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในส่วนที่เขาทำผิดแล้ว และส่วนที่ยังบกพร่องอยู่อาจให้ทำแบบสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) เพิ่มเติม
3. ฝึกให้เขาคาดคะเนผลการทำงานด้วยตนเอง โดยพิจารณาตัดสินตามเกณฑ์ในการคืนกระดาษคำตอบ เพจ³ (E.P. Page) ได้ศึกษาพบว่า ข้อเสนอแนะและความเห็นในทางบวกของครู เช่น คี ดีมาก จะส่งผลต่อการเรียนรู้ได้ดีกว่าการแสดง

¹Bloom, Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. pp. 129-133.

²Gronlund, Measurement and Evaluation in Testing, 3 : 503-504.

³Ibid., p. 504.

ความคิดเห็นตามสถานการณ์ที่เขาทำได้จริง ๆ และการที่ไม่มีข้อคิดเห็นของครูในกระดาศ คำตอบเลย

ยุพิน พิพิธกุล¹ กล่าวว่า การทดสอบย่อยควรได้กระทำก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่ หรือควรทดสอบเกี่ยวกับทักษะความคิดรวบยอดในด้านต่าง ๆ ก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่ และ ทดสอบรวม มีลักษณะการใช้ดังนี้

1. ในขณะที่ครูทำการสอนนั้น ย่อมมีการทดสอบอยู่ตลอดเวลา เริ่มต้นมาตั้งแต่ การทำข้อทดสอบก่อนเรียน เมื่อได้คะแนนแล้วครูก็นำมาประเมินค่าคุณภาพความรู้ของนักเรียน ในการที่จะเป็นแนวทางในการเตรียมการสอนต่อไป
2. เมื่อจบบทเรียนซึ่งครูแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ แล้วก็ทำการทดสอบเพื่อทำการ ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาตอนนั้น ๆ
3. การประเมินผลย่อยต้องกระทำขณะที่ครูกำลังดำเนินการสอนอยู่ และควร กระทำต่อเนื่องกันไปอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบข้อบกพร่องตอนใดจะได้แก้ไขได้ทันที
4. การประเมินผลย่อยควรทำก่อนเริ่มเรียนเรื่องใหม่
5. การประเมินผลย่อย มุ่งเพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ไม่ใช่ นำผลมาพิจารณาตัดสินได้-ตก สวัสดิ์ ประทุมราช² ให้เหตุผลว่า ถ้าการสอบเพื่อให้เกรด โดยถือผลครั้งแรก เด็กที่ได้เกรดต่ำในการสอบครั้งแรกของหน่วยย่อยใด เขามักจะได้เกรด ต่ำในหน่วยย่อยอื่น หากเด็กต้องได้เกรดต่ำซ้ำ ๆ กัน ทำให้การสนใจในการเรียนน้อยลงไป และหมดความพยายามที่จะเรียนให้ดี.

สุรชัย ขวัญเมือง³ เสนอแนะว่าแบบสอบย่อยควรใช้เมื่อสอนจบหน่วยการเรียน และหลังจากตรวจแล้วแจกกระดาษคำตอบให้นักเรียน เพื่อเขาจะได้นำไปตรวจสอบข้อบกพร่อง

¹ยุพิน พิพิธกุล, การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ บพิธการพิมพ์, 2524), หน้า 390-394.

²สวัสดิ์ ประทุมราช, "การเรียนเพื่อรู้," พัฒนาวิทย์ (2518), หน้า 31.

³สุรชัย ขวัญเมือง, วิธีสอนและการวัดผลในวิชาคณิตศาสตร์, หน้า 216.



จากตารางเสนอแนะที่ครูสร้างไว้ หรือเขียนคำชี้แจงลงไปในกระดาษคำตอบ ในกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำผิดครูอาจใช้วิธีการสอนซ่อมเสริม

โกวิท ประวาลพดก¹ กล่าวว่า การประเมินผลย่อยต้องทำควบคู่กับการสอน และนำผลจากการประเมินมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน ถ้าไม่มีการนำผลมาปรับปรุงแก้ไข วิธีดำเนินการสอนแล้ว ยังนับว่าเป็นการประเมินผลย่อยที่ไม่สมบูรณ์จริง ๆ

เนล² (Neal) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความถี่ของการทดสอบย่อยโดยแบ่งเป็น 4 ระดับคือ 1. ทดสอบทุกวัน 2. ทดสอบทุกสัปดาห์ 3. ทดสอบกลางเทอม 3 ครั้ง และ 4. ทดสอบกลางเทอม 1 ครั้ง ปรากฏว่า กลุ่มที่มีการทดสอบทุกวันจะมีผลการเรียนรู้ในวิชาเรขาคณิต และแคลคูลัสสูงกว่ากลุ่มที่มีการทดสอบกลางเทอมเพียงครั้งเดียว อย่างมีนัยสำคัญเท่า่นั้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการทดสอบย่อยบ่อยครั้ง จะส่งผลต่อการเรียนมากกว่าการทดสอบเพียงครั้งเดียว แต่การทดสอบทุกวัน กับการทดสอบย่อยสัปดาห์ละครั้ง หรือ 2-3 สัปดาห์ครั้ง ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน จึงอาจกล่าวได้ว่า การทดสอบย่อยทุก ๆ สัปดาห์ จะเหมาะสมที่สุด เพราะจะเป็นระยะเวลาที่สอนหน่วยเรียนหนึ่ง ๆ จบ หรือยึดหน่วยเรียนเป็นหลักคือ ทดสอบทุกครั้งที่ยังหน่วยเรียน แต่หน่วยเรียนแรก ๆ ควรประเมินผลย่อยมากกว่าหน่วยถัดไป

ประโยชน์ของการประเมินผลย่อย

มีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของการประเมินผลย่อยหลายท่าน เช่น

¹โกวิท ประวาลพดก และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์, การประเมินในชั้นเรียน, หน้า 6.

²Neal (1972 : 2826-A) อ้างจาก บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์, หน้า 22.

บลูม¹ (Bloom) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบสอบถามย่อยในคำถามต่างๆดังนี้

สำหรับนักเรียน

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้มากขึ้น เพราะการประเมินผลย่อยทำให้เขาต้องเตรียมตัวอยู่ตลอดเวลา
2. ทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น เพราะต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ และได้รับการแก้ไขส่วนที่บกพร่องอยู่ตลอดเวลา
3. ทำให้เขาทราบขอบกพร่องที่ควรแก้ไขของตนเอง และเรียนรู้ที่จะแก้ไขขอบกพร่องเหล่านั้น
4. ทำให้เกิดความมั่นใจในการเรียนรู้ กล่าวเผชิญปัญหา

สำหรับครู

1. ค้นพบวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน
2. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ช่วยให้ครูรู้ขอบกพร่องในการสอน และอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ตรงจุด ช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมก่อนเรียนเรื่องใหม่ และปรับปรุงการเรียนได้ก่อนที่จะสายจนเกินไป
3. ช่วยในการทำนายผลการสอบรวม (Summative Evaluation) ของนักเรียนได้

สำหรับผู้ร่างหลักสูตร

ผลจากการทดสอบย่อยทำให้ผู้ร่างหลักสูตรจัดเรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

กรอนลันด์² (Gronlund) กล่าวถึงประโยชน์ของการประเมินผลย่อยดังนี้ :-

¹Bloom, Handbook of Formative and Summative Evaluation, pp. 133-138.

²Gronlund, Measurement and Evaluation in Teaching, p.504.

1. ช่วยให้อ่างแผนแก้ไขข้อบกพร่องได้อย่างถูกต้อง รัศม
2. ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี เพราะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ง่าย ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะสอบ เพราะแบบสอบสั้น ๆ
3. ทำให้เกิดความจำได้ยาวนาน และมีการถ่ายโยงการเรียนรู้

ยุพิน พิพิธกุล¹ กล่าวถึงประโยชน์ของการประเมินผลย่อยดังนี้

1. เป็นประโยชน์ในการรวบรวมผลและข้อบกพร่องต่าง ๆ ไว้เป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตรใหม่
2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแข่งขัน และเรียนด้วยความตั้งใจอยู่เสมอ
3. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้มาก เพราะเป็นการแบ่งชั้นการเรียนออกเป็นหน่วยย่อยตามลำดับ ทำให้เด็กกังวล เพราะถ้าไม่เข้าใจครูก็อธิบาย หรือทบทวนเสียก่อน

สวัสดิ์ ประทุมราช² กล่าวว่า นอกจากใช้การทดสอบย่อยเพื่อประโยชน์ของผู้เรียนแล้ว ผู้สอนอาจนำผลการทดสอบมาใช้แก้ไขวิธีการสอน ทำให้เด็กเข้าใจดีขึ้น หรือนำผลการสอบในหน่วยย่อยของนักเรียนชุดนี้ไปเปรียบเทียบนักเรียนชุดก่อน เพื่อดูว่าเมื่อได้เปลี่ยนวิธีการสอนบางอย่างแล้ว ผลสัมฤทธิ์ของเด็กควรจะตงดีกว่าวิธีเดิมเป็นจริงเพียงใด

สุรัชย์ ขวัญเมือง³ กล่าวถึงประโยชน์ของการประเมินผลย่อยดังนี้

1. ใช้สังเกตว่านักเรียนมีการเรียนรู้ไปบ้างแล้วหรือยัง ถ้าพฤติกรรมต่างไปจากพฤติกรรมเดิมที่มีอยู่ก่อน การเรียนถือว่าได้เรียนรู้ไปบ้างแล้ว
2. ใช้สังเกตว่ามีการพัฒนาไปเพียงใด อยู่ขั้นตอนไหนของกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจัดไว้ให้
3. ใช้ตรวจสอบลำดับขั้นของการเรียนรู้ว่า ยังบกพร่องในขั้นตอนใด จะได้แก้ไขให้ผ่านขั้นการเรียนรู้นั้นไปได้

¹ยุพิน พิพิธกุล, การเรียนการสอนคณิตศาสตร์, หน้า 85.

²สวัสดิ์ ประทุมราช, "การเรียนเพื่อรู้," พัฒนาวิคผล 11, หน้า 31.

³สุรัชย์ ขวัญเมือง, วิธีสอนและการวิคผลในวิชาคณิตศาสตร์, หน้า 217.

4. ใช้ในการปรับปรุงแก้ไข การเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไพศาล หวังพานิช¹ กล่าวถึงประโยชน์ของการประเมินผลย่อยดังนี้ :-

1. ช่วยให้ทราบความสามารถในการเรียนของเด็กทั้งในส่วนที่ได้ผลและเป็นข้อบกพร่อง ซึ่งคะแนนเป็นประโยชน์ในการสร้างเสริม หรือแก้ไขปรับปรุงการเรียนของเด็กได้อย่างถูกต้อง และตรงจุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูจะมีข้อมูลที่ค่อนข้างมั่นใจได้ว่าเด็กยังเรียนรู้อยู่ถึงระดับจริง ไม่ใช่เป็นการคาดคะเนที่ปราศจากหลักเกณฑ์

2. ช่วยให้การเรียนรู้อันครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่เก็บสะสมสิ่งที่ไม่รู้เอาไว้ ซึ่งถ้าไม่มีการสอบเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนของเด็ก ก็จะเป็นการเพิ่มความไม่รู้ให้มากขึ้น ถ้าเรื่องนั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องอื่นยิ่งมีผลเป็นลูกโซ่ ดังนั้นการสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนของเด็กจึงเป็นวิธีจัดการปัญหาของเด็กเป็นระยะ ๆ ไป เหมือนกับผู้เดินนำหน้าที่พยายามหันกลับไปดูผู้ตาม ว่าทุกคนเดินตามมาอย่างครบถ้วนหรือไม่

3. ในด้านจิตวิทยา เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของเด็ก กล่าวคือ การที่ทราบผลหลังจากเรียนในแต่ละเรื่องแต่ละตอนนั้น ช่วยให้เด็กเก่งที่เห็นความสำเร็จในการเรียนของตนเกิดแรงเสริมในการที่จะเรียนรู้ต่อไป ส่วนเด็กอ่อนก็จะเกิดความรู้สึกว่าได้รับความเอาใจใส่ ไม่รู้สึกเดียวดายไร้ที่พึ่งความรู้สึกดังกล่าว ช่วยให้เกิดความรู้สึกอบอุ่นใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของการเรียนยิ่งขึ้น นอกจากนั้นการสอบบ่อยครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการสอบหลังจากจบบทเรียนค้วยแล้ว ย่อมช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนของเด็กได้เป็นอย่างดี ในด้านตัวครูก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีว่าตนได้ทำหน้าที่ของความ เป็นครูอย่างครบถ้วน

4. ช่วยให้ผู้สอนมีโอกาสตรวจสอบความสามารถในการสอนของตน เพราะผล การเรียนของเด็ก ย่อมสะท้อนให้เห็นคุณภาพการสอนของครู ว่าเหมาะสมกับสภาพของเด็ก

¹ไพศาล หวังพานิช, "การสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน,"

พัฒนาสังคม 14. (2521), หน้า 41-42.

และสภาพของกลุ่มหรือไม่ ก็พอสำหรับเนื้อหาแบบนั้นหรือเปล่า ข้อมูลที่ใครสอนสามารถนำมาประเมินกลวิธีสอนของตนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. การที่มีการสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ถือได้ว่าเป็นวิธีที่สอดคล้องกับหลักการวัดผลซึ่งต้องการความเชื่อมั่นในผลของการวัด เพราะการสอบบ่อยครั้ง ย่อมได้ข้อมูลที่มั่นใจได้ และใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ซึ่งจะส่งผลให้การประเมินผลหลังจากการเรียนสิ้นสุดลงเชื่อถือได้มากขึ้น และการสอบบ่อยจัดได้ว่าตรงกับเป้าหมายของการวัดผลที่มุ่งคน และพัฒนาความสามารถของเด็ก เพื่อการส่งเสริมและแก้ไขปรับปรุง

สรุปได้ว่า การประเมินผลย่อย ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอน ตัดสินคุณภาพการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น และใช้ทำนายผลการสอบปลายภาคได้ด้วย ผลที่ได้รับจากการสอบย่อยช่วยให้แก้ไขข้อบกพร่องในชั้นต้น ทำให้ผลการสอบปลายภาคดีไปด้วย นอกจากนี้การประเมินผลย่อยช่วยให้ผู้เรียนต้องมีการเตรียมพร้อมก่อนสอบปลายภาค ผลรวมกันระหว่างการประเมินผลย่อย การเรียนการสอน และการประเมินผลรวม ช่วยให้มีการปรับปรุงการเรียนการสอนก่อนที่จะสายเกินไป

ตอนที่ 2 กล่าวถึงผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลย่อย และการสอนคณิตศาสตร์

ผลของการประเมินผลย่อย

ในปี พ.ศ.2510 คาร์เรกเกอร์¹ (Karraker) ได้ทำการวิจัยโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่ 1 ที่เรียนจิตวิทยาจำนวน 72 คน มาจัดเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง เพื่อศึกษาถึงผลการทดสอบย่อย พบว่า กลุ่มที่ได้รับการทดสอบย่อย และมีการเฉลยได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการทดสอบย่อยแล้วไม่มีการเฉลย และกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบ

¹ R.J. Karraker, "Knowledge of Results and Incorrect Recall of Plausible Multiple Choice Alternatives," Journal of Educational Psychology, 58 (February 1967) : 11-14.

ย่อยเลข อย่างมีนัยสำคัญ ในปี พ.ศ.2512 สำเร็จ บุญเรืองรัตน์¹ ได้ทำการวิจัยคล้ายกับ คาร์เรกเกอร์ ศึกษาอิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาบางประการในวิชา คณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถภาพในการเรียนต่างกัน พบว่า ค่ามัธยผลคณิต ระหว่างกลุ่มที่มีการทดสอบย่อย แล้วเฉลยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบย่อยอย่างมีนัยสำคัญ สุทิน เนียมพลับ² ทำการศึกษาในปี พ.ศ.2518 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่มีการสอบรวมครั้งเดียวกับการสอบหลายครั้ง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยหลายครั้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการทดสอบเพียงครั้งเดียวที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ร่วมกัน ต่อมา พ.ศ.2519 ลอร์เรน อาร์ เกย์ และปอด ดี กาแลคเกอร์³ (Lorraine R. Gay and Paul D. Gallagher) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีสอน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอในช่วง ระยะเวลาของการเรียนในเรื่องนั้น ๆ กับการสอนโดยมีการทดสอบย่อยระหว่างการเรียน การสอนในเรื่องเดียวกัน ปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยมีการทดสอบย่อยขณะเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยการฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัด

¹ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, "อิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา บางประการในวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถภาพในการเรียนต่างกัน" (ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาศาสตร์, 2512).

² สุทิน เนียมพลับ, "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่มีการสอบรวมครั้งเดียวกับการสอบหลายครั้ง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518).

³ Lorraine R. Gay and Paul D. Gallagher, "The Comparative Effectiveness of Tests Versus Written Exercise," The Journal of Educational Research 69 (March 1976) : 59-61.



อย่างมีนัยสำคัญ ในปีเดียวกัน คาร์วิน เจ. เอคินส์ และคณะ¹ (Darwin J. Eakins and Others) ได้ศึกษาถึงผลของการได้รับการทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยของบทเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 จำนวน 170 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบในเวลาที่แตกต่างกัน และด้วยจำนวนครั้งที่ต่างกัน และกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบเลย ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการทดสอบเพียงครั้งเดียว

ในปี พ.ศ. 2521 จินนาภา สิตบุตร² ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ วิธีการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีและไม่มี การสอบย่อย พบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยการทดสอบย่อยท้ายบทเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมด้วยการสอบย่อยท้ายบทเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมอย่างไม่มี การสอบย่อยในกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ สมบูรณ์ ลินถาวร³ ในปีเดียวกัน ซึ่งศึกษาผลของการทำแบบฝึกหัดการทดสอบ

¹Darwin J. Eakins and Others, "The Effects of an Instructional Test-Taking Unit on Achievement Test Scores," The Journal of Educational Research, 70 (November-December 1976) : 67-71.

²จินนาภา สิตบุตร, "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ วิธีการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีและไม่มี การสอบย่อย" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521).

³สมบูรณ์ ลินถาวร, "ผลของการทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อย และการสอนสิ่งที่บกพร่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521).

ย่อย และการสอนสิ่งบกพร่องวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การทดสอบย่อย แล้วมีการอภิปรายข้อผิดพลาดภายหลังการสอบ และการสอนสิ่งบกพร่องทั้งสองอย่างนี้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีกว่าวิธีการสอนที่ให้นักเรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียว

จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าการทดสอบย่อยระหว่างการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนโดยไม่มีการทดสอบย่อย

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ในประเทศไทยมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบย่อยระหว่างการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์หลายท่านดังกล่าวมาแล้ว เช่น สำเริง บุญเรืองรัตน์¹ สุทิน เนียมพลับ² จินนาภา สีตบุตร³ สมบูรณ์ สีนถาวร⁴ และในปี พ.ศ.2524 เสรี ชัดรัมย์⁵ ทำการศึกษาผลของประเภทแบบสอบย่อยที่แตกต่างกัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ใช้แบบสอบย่อยแบบคำตอบสั้น แล้วเฉลยคำตอบ และแบบคำตอบสั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบสอบย่อย นักเรียนที่ใช้แบบสอบย่อยแบบคำตอบสั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้แบบสอบย่อยแบบเลือกตอบ

¹ สำเริง บุญเรืองรัตน์, เรื่องเดียวกัน.

² สุทิน เนียมพลับ, เรื่องเดียวกัน.

³ จินนาภา สีตบุตร, เรื่องเดียวกัน.

⁴ สมบูรณ์ สีนถาวร, เรื่องเดียวกัน.

⁵ เสรี ชัดรัมย์, "ผลของแบบสอบย่อยที่แตกต่างกัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524).

ต่างประเทศมีผู้ศึกษาทำนองเดียวกัน เช่น พานลาสีกวิ¹ (Panlasiqi) ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ ในวิชาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบวิชาเลขคณิตครั้งละ 15 นาที ทุก ๆ สัปดาห์ แล้วแสดงผลความก้าวหน้าในการสอบของทุกคน และของชั้นด้วยแผนภาพทุกครั้งที่มีการสอบ และทำการอภิปรายผลการสอบด้วยทุกครั้ง กลุ่มควบคุมเพียงแต่ทำการสอบรวมโดยมิได้แสดงผลความก้าวหน้าในการเรียนจากการทดสอบ พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ใน พ.ศ.2516 ริชาร์ด โอ บีสัน² (Richard O. Beeson) ได้ทำการทดลองกับผู้ที่กำลังเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 30 คน เป็นนิสิตมหาวิทยาลัย เรียนคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา กลุ่มที่ 2 เป็นนิสิตมหาวิทยาลัยกำลังเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการทดสอบย่อย 3 ครั้ง ผลการทดลองไม่พบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างการเฉลยคำตอบทันที กับการเฉลยคำตอบในวันต่อมา ผลพลอยได้จากทั้ง 3 กลุ่มในการทดลองครั้งนี้คือ นักเรียนที่ได้รับการเฉลยคำตอบทันทีที่มีความตั้งใจสูง ครูที่สอนคณิตศาสตร์ จึงควรมีการเฉลยทุกครั้งที่มีการทดสอบ

จากผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การทดสอบย่อยช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง เช่นเดียวกับวิชาอื่น ๆ ด้วย

การทดสอบย่อยเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง เพราะการทดสอบทำให้ครูทราบความสามารถของนักเรียนที่กำลังสอนว่า

¹Everest Franklin Lindquist, Educational Measurement, (Washington: Washington American Council on Education, 1951), p.39.

²Richard O. Beeson, "Immediate Knowledge of Results and Test Performance," The Journal of Educational Research, 66(January 1973) : 224-226.

แต่ละคนมีระดับสติปัญญา และประสบการณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันอย่างไร แล้วช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน และมีโปรแกรมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนดี สำหรับโปรแกรมพิเศษดังกล่าวนี้มีตัวอย่างอยู่ในการวิจัยของ บอร์จ อี โรช (George E. Roach) ว่า ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาในรัฐอินเดียนา จัดให้มีโปรแกรมพิเศษสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูง และสองในสามของโรงเรียนเหล่านี้ มีบทเรียนพิเศษแทรกอยู่ในหลักสูตร สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูง¹

เซอร์เวียส และวาร์กา ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างในความสามารถของนักเรียนไว้ด้วยว่า ครูคณิตศาสตร์ควรจะมีความคิดพื้นฐานอย่างหนึ่งคือ จะต้องให้โอกาสนักเรียนทุกคนได้เรียนตามความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่เท่าที่จะทำได้²



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹Kenneth E. Brown, Analysis of Research in the Teaching of Mathematics 1955 and 1956 (Washington, D.C. : U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1958), p. 13.

²W. Servais, Op. Cit., p. 25.