

เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง



พัฒนาการของบทเรียนแบบโปรแกรม

นักการศึกษาบางคนกล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมได้เริ่มก่อตั้งมาตั้งแต่สมัยโสกราตีส (Socrates) ประชาชนเมธีชาวกรีก ซึ่งได้ใช้วิธีการนี้สอนลูกหาสให้เข้าใจทฤษฎีเรขาคณิตแบบ พีทาโกรัส มาแล้วโดยใช้โคอะแกรม (Diagram) ง่าย ๆ สอนไปทีละขั้น จนในที่สุดก็สามารถเข้าใจหลักใหญ่ได้สำเร็จ พฤติกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงจุดเริ่มต้นของการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม¹

การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกำเนิดขึ้นในสหรัฐอเมริกา บุคคลที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้ให้กำเนิดการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ ซิดนีย์ แอล เพรสซี (Sidney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ สเตท² โดย เพรสซี ได้ประดิษฐ์เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) ขึ้นมาสำหรับทดสอบความรู้นักเรียนในปี 1920 ลักษณะของเครื่องช่วยสอนประกอบด้วยคำถามแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ที่มีตัวเลือก ผู้เรียนต้องกลุ่มเลือกคำตอบที่เขาคิดว่าถูก ถ้าตอบถูกจะมีคำถามใหม่เลื่อนเข้ามาแทนที่ แต่ถาคอบผิด คำถามเดิมก็ยังคงอยู่ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องหาคำตอบใหม่จนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง ในขณะเดียวกัน เครื่องจะบันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เรียนกดไว้อย่างอัตโนมัติ และในการทดสอบถูกแต่ละครั้ง ผู้เรียนจะได้รับลูกกวาดซึ่งออกมาจากเครื่องเป็นรางวัล³

¹ประทีป สยามชัย, "บทเรียนสำเร็จรูป" ชุมนุมทางวิชาการ รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 1, กรมสามัญศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (พระนคร : สหกรณชายสง, 2510), หน้า 223.

²P. D. Ferreira, Introduction to Programmed Learning (Gene : Management Development Branch, Human Resources Department, 1971), 1

³Robert Murray Thomas and Sherwin G. Swartout, Integrated Teaching Materials (New York: David McKay Co., 1963), p. 520.

ในปี ค.ศ. 1926 เพรสซี่ ได้เขียนบทความเกี่ยวกับเครื่องช่วยสอนของเขาลงในวารสารชื่อ School and Society¹ และ เพรสซี่ ได้ทำการปรับปรุงเครื่องช่วยสอนของเขาและนำออกเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1929 แต่เนื่องจากสมัยนั้นคนทั่วไปยังมองไม่เห็นความสำคัญ และความจำเป็นของเครื่องช่วยสอนมากนัก จึงทำให้เครื่องช่วยสอนของเขาไม่พัฒนาเท่าที่ควร²

เพรสซี่ ได้ประดิษฐ์เครื่องช่วยสอนขึ้นมาอีกมากในช่วงปี ค.ศ. 1920-ค.ศ. 1930 แต่ผลงานไม่ค่อยเนื่องกัน เขาหยุดสร้างเครื่องสอนในปี ค.ศ. 1932 เพราะไม่มีทุน แต่เขายังมั่นใจว่าการสอนแบบอัตโนมัติจะเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมทางการศึกษา (Industrial Revolution in Education) จากนั้นผลงานของเพรสซี่ก็ไม่มีใครสนใจอีก จนกระทั่ง บี เอฟ สกินเนอร์ (B. F. Skinner) ศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้เริ่มให้ความสนใจการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นมาอีกในปี ค.ศ. 1950³

ในปี ค.ศ. 1950 สกินเนอร์ ได้เขียนบทความอธิบายหลักการเรียนรู้นำไปสู่การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ลงในวารสาร Harvard Educational Review โดยใช้ชื่อบทความว่า The Science of Learning and The Art of Teaching⁴ สกินเนอร์ ได้ประดิษฐ์และทดลองเครื่องช่วยสอนของเขาต่อมา และตีพิมพ์ผลการค้นคว้าทดลองลงในวารสาร Science เมื่อปี ค.ศ. 1957 ทำให้เทคนิคการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมแพร่หลายไปทั่วสหรัฐอเมริกา และประเทศอื่น ๆ เช่น สหราชอาณาจักร เป็นต้น

¹ Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction : An Introduction, p. 17.

² Beryl Epstein and Sam, The First Book of Teaching Machines (New York : Franklin Watts, 1961), .p. 35.

³ Thomas and Swartout, Integrated Teaching Materials, p. 515.

⁴ Paul Saettler, A History of Instructional Technology (New York : McGraw-Hill Book Co., 1968), p. 253.

การค้นคว้าทดลองของ สกินเนอร์ ทำให้เขาได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)¹

ในปี ค.ศ. 1955 นอร์แมน เอ. คราวเคอร์ (Norman A. Crowder) ได้คิดการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งคล้ายกับ เมธอด ลักษณะของบทเรียนของ คราวเคอร์ จะประกอบไปด้วยขั้นต่าง ๆ ซึ่งแต่ละขั้นจะบรรจุเนื้อหาที่จำกัดจำนวนหนึ่ง แต่โดยทั่วไปจะน้อยกว่าหนึ่งหน้า พร้อมทั้งคำถามแบบเลือกตอบ หลังจากการอ่านบทเรียนแล้วผู้เรียนจะได้ความรู้ แล้วจึงเลือกคำตอบที่คิดว่าถูก และปฏิบัติตามคำสั่งที่ระบุไว้ในข้อที่เลือกนั้น ถ้าเลือกคำตอบผิด ผู้เรียนจะต้องย้อนกลับไปยังขั้นที่ให้ความรู้ เพื่อแก้ความเข้าใจผิด แล้วจึงกลับไปสู่ขั้นเดิมใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นบทเรียนของ คราวเคอร์ จะมีการเสนอความรู้ ทดสอบความรู้ แก้ไขความเข้าใจในเนื้อหา หรือนำไปสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบสนองของผู้เรียน บทเรียนของ คราวเคอร์ เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานั้นเอง²

ปัจจุบันบทเรียนแบบโปรแกรมได้แพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น มีสถาบัน องค์กร และบริษัทจำนวนมากผลิตบทเรียนแบบโปรแกรมทั้งเพื่อการค้า และวิจัย

ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม

คำความบทเรียนแบบโปรแกรม ตรงกับคำในภาษาอังกฤษหลายคำ ดังต่อไปนี้คือ Programmed Learning, Programmed Instruction, Teaching Machines, Automatic Teaching, Education Machines, Auto-Instructional Devices, Automatic Learning, Self-Teaching Materials หรือ Self-Instructional Techniques³ แต่อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้ก็หมายถึงบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งมีผู้ให้ความหมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

¹ Pereira, Introduction to Programmed Learning, p. 16.

² Ibid .

³ Thomas and Swartout, Integrated Teaching Materials, p. 513.

ไอ เค เดวีส์ (I. K. Davies) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นวิธีการ
ที่รวมเอา Cartesian Method และ Socratic Method เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีลักษณะ
เป็นคำถาม คำตอบ โดยมีครูเป็นผู้ป้อนคำถาม และนักเรียนเป็นผู้ตอบ มีการใช้เหตุผลและผล
เราารวยควย¹

เอ็ดเวิร์ด เจ กรีน (Edward J. Green) ได้กล่าวว่า ในบทเรียนแบบ
โปรแกรม เนื้อหาของบทเรียนจะถูกแบ่งเป็นกรอบ ๆ (Frames) ในแต่ละกรอบจะมีการ
เสนอเนื้อหา แล้วตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ และเนื้อหาแต่ละกรอบจะต่อเนื่องกันไป²

คณะนิติศึกษาโท แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา มัธยมศึกษาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนที่จัดทำไว้สำเร็จ สมบูรณ์ อาจจะมาในลักษณะ
ของเครื่องสอน (Teaching Machine) หรือรูปเล่มหนังสือ (Programmed Textbook)
ผู้เรียนจะท่องอ่านคำสั่งที่ระบุในบทเรียน แล้วปฏิบัติตามไปที่ละขั้น บทเรียนแบบโปรแกรมจึง
เป็น เครื่องมืออัตโนมัติชนิดหนึ่งที่ผู้เรียนใช้ศึกษาหาความรู้ที่ของการไ้คลายตนเอง ซึ่งอาจจะ
กล่าวได้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็น Curriculum Material หรือ Subject Matter
ที่บรรจุลงในเครื่องสอน หรือพิมพ์เป็นเล่มซึ่งผ่านการสร้างเป็นบทเรียนอย่างละเอียดรอบครอบ
คือลงทั้งในคานเนื้อหาวิชา และหลักวิธีของการเรียนที่ถูกทดลอง มีการกำหนดเนื้อหาวิชาไว้อย่าง
แน่นอน และจัดวางลำดับเนื้อหาวิชาให้เป็นไปตามลำดับขั้นอย่างมีระเบียบแบบแผน โดยอาศัย
พื้นฐานข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าในด้านสรีรวิทยา จิตวิทยา และสังคมวิทยา³

006232

¹ไชยยศ เรืองสุวรรณ และ เรืองลักษณะ มหาวิทยาลัยมนตรี, หลักการและทฤษฎี
เทคโนโลยีทางการศึกษา (พิมพ์โลก : [ม.ป.ท.], 2518), หน้า 42.

²Edward J. Green, The Learning Process and Programmed
Instruction (New York : Holt Rinehart and Winston, 1962), p. 147.

³คณะนิติศึกษาโท แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา มัธยมศึกษาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหา-
วิทยาลัย, "บทเรียนสำเร็จรูป," ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทาง
การศึกษา (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515), หน้า 204.

สุภา ภูซงคกุล กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือบทเรียนที่แบ่งออกเป็น ส่วนย่อย ๆ ชั้น ๆ ที่เรียกว่า กรอบ (Frames) แต่ละกรอบบรรจุคำอธิบายและคำถามต่อเนื่องกัน เริ่มจากลำดับที่ง่ายมาก และยากขึ้นตามลำดับ กรอบเหล่านี้เป็นวิธีการชักนำให้นักเรียนรูแกนสารของบทเรียนนั้น ลำตามพวกนี้อาจจะเป็นการเติมคำในช่องว่าง หรือเป็นการตอบว่าถูกหรือผิด¹

เป็รื่อง กุมุท กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม หมายถึงลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถ โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ²

นิคม สยังกุล กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือบทเรียนที่สร้างขึ้นให้เรียนด้วยตนเอง โดยเนื้อหาในบทเรียนจะมีลักษณะเป็นขั้นย่อย ๆ ชั้น ๆ ซึ่งเรียกว่ากรอบ แต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถามต่อเนื่องกันไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก คำถามอาจเป็นชนิดให้สร้างคำตอบเอง หรือชนิดให้เลือกตอบ และจะมีคำตอบเฉลยไว้ทุกกรอบเพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบคำตอบของตนเองทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน³

ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม

พราย ไคกล่าวถึงลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้⁴

1. แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยเรียกว่า กรอบ (Frames) แต่ละกรอบจะมีขนาดแตกต่างกัน

¹ สุภา ภูซงคกุล, "Programmed Instruction" ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการศึกษา, หน้า 162.

² เป็รื่อง กุมุท, การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป (พระนคร : ศูนย์โสตทัศนศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516), หน้า 1.

³ นิคม สยังกุล, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง 'ฟังก์ชันตรีโกณมิติ' สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดำรงราชานุภาพ วิทยาลัยวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520)

⁴ Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction : An Introduction, pp. 2-3.

1. เนื้อหาที่เรียนประกอบด้วยชั้นย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกันไปอย่างมีเหตุผล
2. ผู้เรียนจะต้องตอบสนองต่อสิ่งที่เราที่เสนอให้ในแบบเรียน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง
4. ผู้เรียนสามารถทราบผลการตอบสนองของตนเองทันที
5. การตอบสนองที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดแรงเสริมในการตอบสนองครั้งต่อไป

ปอล ไอ จาคอบส์ (Paul I. Jacobs) ได้ให้ลักษณะสำคัญของบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ว่า¹

1. เป็นความรู้อยู่ ๆ ซึ่งเรียงลำดับไว้สำหรับเป็นสิ่งเป้าหมายสำหรับนักเรียน
2. ผู้เรียนตอบขอความรู้แต่ละข้อ ตามวิธีที่กำหนดไป
3. การตอบสนองของนักเรียนจะได้รับการเสริมแรง โดยการให้ทราบผลทันที
4. ผู้เรียนค่อย ๆ เรียนเพิ่มทีละชั้น เป็นการก้าวจากสิ่งที่ยังไม่รู้ไปสู่ความรู้ใหม่

ที่บทเรียนเตรียมไว้ให้

5. นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง โดยเวลาที่ใบบทเรียนหนึ่ง ๆ จะมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

ประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรม

วิธีเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมมี 2 ประเภทคือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง
2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

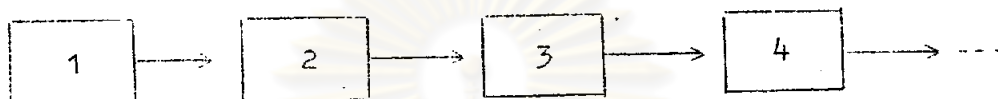
บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

แบบเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง พัฒนามาจากผลงานของ บี. เอฟ. สกินเนอร์ และผู้ร่วมงาน เช่น เจมส์ ฮอลแลนด์ (James Holland) ตั้งแต่ ค.ศ. 1950 ลักษณะ

¹ Paul I. Jacobs and others, A Guide to Evaluating Self-Instructional Programs (New York: Holt Rinehart and Winston, 1966) p. 1.

ของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงอาจสรุปได้ดังนี้¹

1. ใช้กรอบเล็ก ๆ เฉลี่ยแล้วมีความยาวประมาณ 2-3 ประโยค
 2. ให้นักเรียนตอบสนองโดยคำตอบสั้น ๆ
 3. เสนอความรู้ให้เป็นที่ไปตามลำดับความยากง่าย
- แบบแผนของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงมีดังนี้



บทเรียนจะประกอบไปด้วยกรอบซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ขอยแล้ว จากง่ายไปยาก ผู้เรียนจะต้องเรียนตั้งแต่กรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในกรอบต่อไป

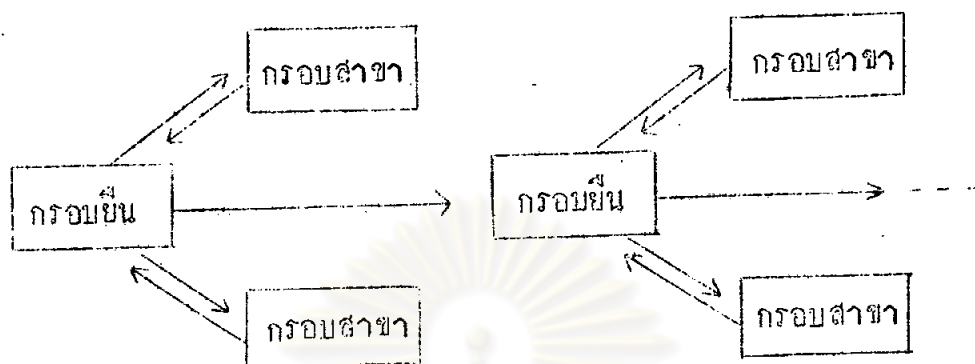
บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้ พัฒนามาจากผลงานของคราวเคอร์ คราวเคอร์ไม่เห็นด้วยกับหลักของสกินเนอร์ที่ว่าบทเรียนจะต้องใหญ่เรียนตอบสนองโดยถูกต้องมากที่สุด จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ คราวเคอร์ เชื่อว่าคำตอบของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก จะบอกให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือไม่มีความรู้ในเรื่องใดมาก่อน การเรียนในขั้นต่อไปจะขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะได้เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนจะต้องได้รับการแก้ไข และได้รับการสอนซ่อมเสริมซึ่งเหมือนกับการได้รับการสอนพิเศษเพิ่มเติม²

¹Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction : An Introduction, p. 4.

²Thomas and Swartout, Integrated Teaching Materials, p.516.

รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขามีดังนี้



บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบหลักซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนกรอบเหล่านี้ เรียกว่า "กรอบย่น" (Home Pages) หมายถึงกรอบที่สำคัญที่แท้จริงของบทเรียน แต่ละกรอบถ้าผู้เรียนตอบถูกทั้งหมดก็จะเรียนตามกรอบย่นต่อไป ในแต่ละกรอบย่นจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วตอบคำถามใหญ่เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกคำตอบ มี 3 ตัวเลือก (หรือมากกว่าก็ได้) ในแต่ละตัวเลือกจะบอกหน้ากำกับไว้ใหญ่เรียนพลิกไป เมื่อผู้เรียนเลือกตอบ ในกรอบย่นแต่ละกรอบจะมีกรอบสาขา (Branch) 2 กรอบ ไว้สำหรับผู้เรียนที่เลือกคำตอบไม่ถูก กรอบสาขาเหล่านี้จะแนะนำหรืออธิบายเพิ่มเติมแล้วจึงใหญ่เรียนกลับไปกรอบย่นอีกครั้ง¹

ว. คริสณาเมอร์ตี (V. Krishnamurthy) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาไว้ดังนี้²

¹ เปรื่อง กุญฑ, การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป, หน้า 64-65.

² V. Krishnamurthy, "Styles in Programing" in A Handbook of Programmed Learning, Indian Association For Programmed Learning Borada - 2 (Gamdi-Anand, Gujarat State, India : Anand, [n.d.], pp. 44-45.



1. ขนาดของกรอบเมื่อเทียบกับบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงจะใหญ่กว่าในกรอบหนึ่ง ๆ จะบรรจุความคิด 2-3 ความคิด
2. มีคำถามเพียงคำถามเดียวในแต่ละกรอบ ส่วนมากจะอยู่ที่ตอนท้ายสุดของกรอบ
3. ในการตอบคำถามนั้น ผู้เรียนจะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ให้ได้ในกรอบ และพยายามเข้าใจในสิ่งที่ผู้เขียนละไว้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้อง
4. บทเรียนชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทเลือกตอบ ซึ่งตรงกันข้ามชนิดเส้นตรงที่ให้สร้างคำตอบเอง
5. บทเรียนชนิดนี้ไม่พยายามที่จะลดการตอบผิดของผู้เรียน เพราะคำตอบที่ผิดของผู้เรียน จะถูกนำไปอภิปรายและสอนซ่อมเสริมให้
6. จากคำตอบของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะมีลำดับในการเรียนที่ต่างกัน ถ้าตอบถูกก็จะก้าวไปสู่หน่วยใหม่ต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม

หลักพิจารณาการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

- พราย ได้ให้หลักเพื่อพิจารณาในการจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนี้¹
1. ตัวผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนควรทราบว่าผู้เรียนนั้นเป็นบุคคลระดับใด เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถในการเรียน และประสบการณ์เดิม
 2. ผลที่ต้องการ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมขึ้นมาก่อนว่าต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนเกี่ยวกับอะไรบางอย่าง เพื่อจะได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
 3. เนื้อหาวิชา การจัดเตรียมบทเรียนควรเขียนเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ แล้วจึงแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาจัดทำเป็นกรอบตามลำดับก่อนหลัง
 4. วิธีสอน ก่อนจะพิจารณาทำบทเรียนเรื่องใด ควรพิจารณาดูก่อนว่ามีวิธีสอนชนิดใดดีกว่าสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ และจะต้องพิจารณาว่าจะใช้บทเรียนเพื่อ

¹ Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction : An Introduction, pp. 38-41.

สอนผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือใช้บทเรียนเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียนที่เรียนไม่ทัน หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น

5. ความสิ้นเปลือง เมื่อจะสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมควรพิจารณาว่าสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด- การที่จะเสียไปจะคุ้มค่าหรือไม่

6. ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม การสร้างบทเรียนควรพิจารณาว่าเลือกสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ผู้เรียน และวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เป็รอง กุมุท กล่าวว่ การตัดสินใจว่สมควรหรือไม่ที่จะสร้างบทเรียนสำเร็จรูปนั้น ต้องพิจารณาจากองค์ประกอบหลายอย่างดังนี้¹

1. เนื้อหาวิชาคงตัวหรือไม่ ซึ่งมีข้อควรพิจารณาอยู่ 2 อย่างคือ

1.1 เนื้อหาวิชานั้นเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ เนื่องจากความสิ้นเปลืองในการทำทำให้ไม่เหมาะสมที่จะทำบทเรียนสำเร็จรูปสำหรับวิชาที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในไม่ช้า

1.2 เนื้อหาส่วนนั้นจะคงอยู่เป็นหลักในการสอนตลอดไป หรือว่าเอามาเติมเพราะเห็นว่การทํว่บทเรียนสำเร็จรูปเปลืองทุนและเวลา เกินกว่าจะนำมาใช้กับสิ่งทีเพียงแ้วว่อาจจะรู้ หรือเรื่องที "รู้ไว้ช้าว่" เท่านั้น ไม่ใช่แกนจริง ๆ

2. บทเรียนเซ่นนั้นมีอยู่ก่อนหรือเปล่า ถ้ามีผู้สร้างไว้แล้วไม่ควรสร้างซ้ำ แต่หากจะนำมาใช้ ควรจะประเมินผลดูเสียก่อนว่มีความมุ่งหมายอย่างไร ใดทดสอบคุณภาพมาแล้วเพียงใด

3. สามารถสร้างให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดใดหรือไม่ การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปกินเวลามาก หากมีเวลาน้อยอาจทำไม่ทัน อย่างไรก็ตามปริมาณเวลาที่ต้องการใช้อาจต่างกันไป สำหรับผู้เขียนแต่ละคน เราไม่มีเกณฑ์มาตรฐานของเวลาไว้ ผู้เขียนบทเรียนสำเร็จรูปทีผ่านมางานมา ย่อมสามารถคะเนได้ว่จะใช้เวลาทำบทเรียนอะไรเท่าใด

4. มีปัญหาทางการฝึกหัดอะไรทีบทเรียนสำเร็จรูปจะช่วยแก้ไขได้ปัญหาการฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยและมีความชำนาญในวิธีการทำอะไรบางอย่างมักมีอยู่เสมอ ผลงานทีไม่คื

¹ เป็รอง กุมุท, การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป, หน้า 12-15.

มักเกิดจากวิธีการทำไม่ถูก ไม่ดี หรือมาจากคำสั่งหรือคำแนะนำไม่ดี ถ้าเป็นอย่างนี้บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างดี ๆ จะช่วยฝึกให้วางใจขึ้นได้

5. จุดมุ่งหมายของการฝึกเป็นจริงไปไหนหรือไม่ การสอนเนื้อหาบางครั้งแม้จะสอนรายละเอียดมากมาย แต่ผู้เรียนไม่ใคร่จะรู้สึกซึ้ง เช่น การสอนการใช้เครื่องมืออย่างหนึ่งให้ชำนาญในแง่มุมต่าง ๆ แต่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนการใช้จนเป็น ก็เท่ากับว่าจุดมุ่งหมายไม่ช่วยให้ทำได้จริง

6. บทเรียนสำเร็จรูปจะช่วยลดภาระของครูได้หรือไม่ ผู้สร้างบทเรียนสำเร็จรูปจะต้องพิจารณาว่า ถ้าสร้างบทเรียนขึ้นมาแล้ว จะสามารถแทนครูได้ในวิชาหรือหัวข้อที่ไม่มีใครต้องการสอนได้หรือไม่

7. จะทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการได้หรือไม่ บทเรียนที่สร้างขึ้นจะต้องมีเนื้อหาและวิธีการที่ได้รับการยอมรับว่าถูกต้องหรือได้มาตรฐาน เช่น บทเรียนที่กล่าวถึงการใช้สไลด์ครู วิชาที่บทเรียนสอนให้รู้จักใช้ขึ้นควรเป็นวิชาที่ผู้เชี่ยวชาญยอมรับว่าถูกต้อง

8. ผลดีพหุคูณกับการลงทุนหรือไม่ หากการสอนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้นใหม่แตกต่างจากการสอนตามปกติที่ใช้อยู่ การทำแบบเรียนสำเร็จรูปอาจไม่คุ้มทุนที่ลงไป

9. จำนวนนักเรียนผู้ใช้บทเรียนจะทำให้คุ้มทุนหรือไม่ บทเรียนสำเร็จรูปจะคุ้มทุนได้ ถ้าใช้กับนักเรียนเป็นจำนวนมาก และใช้อยู่ได้นาน

10. บทเรียนสำเร็จรูป จะช่วยลดภาระสำหรับการเรียนและการฝึกหรือไม่

11. เมื่อเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแล้วจะวัดผลที่ต้องการได้หรือไม่

จิตวิทยาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ต้องอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อใหญ่เรียนเกิดการ เรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน นักจิตวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บี เอฟ สกินเนอร์ ทฤษฎีของสกินเนอร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมมีดังนี้¹

¹David Zeaman, "Skinner's Theory of Teaching Machine," in Automatic Teaching (New York: John Wiley & Sons, 1959), pp. 167-176.

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Condition) พฤติกรรมที่สำคัญที่สุดของมนุษย์นั้นประกอบด้วยอาการตอบสนองต่าง ๆ ที่แสดงออกไป การตอบสนองเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นส่วนความรู้และทักษะพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนอัตราการตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดยการเสริมแรงหรือการเสริมแรง เงื่อนไขการตอบสนองที่นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมมี 3 แบบ คือ

1.1 การตอบสนองควบคุม หรือ การตอบสนองที่มีเงื่อนไข (Controlled Operant Condition) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ S_1RS_2 เมื่อ S_1 เป็นสิ่งเร้า คือกรอบของบทเรียน R เป็นการตอบสนองของผู้เรียน ซึ่งอาจถูกหรือผิด การตอบสนองของผู้เรียนจะขึ้นกับสิ่งเร้า S_1 จึงเป็นการตอบสนองที่มีเงื่อนไข เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้ว จึงมีกรอบของบทเรียนที่ 2 คือ S_2 เสนอให้ผู้เรียนต่อไป

1.2 การตอบสนองอิสระ หรือการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไข (Free Operant Condition) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $S_1RS_2RS_2RS_2$ เมื่อ S_1 เป็นกรอบของบทเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นสิ่งเร้า ผู้เรียนจะตอบสนองและมีกรอบของบทเรียนที่เป็นกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ คือ S_2 เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองในลักษณะเดียวกัน จนเกิดเป็นการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไขขึ้น

1.3 การตอบสนองแบบคลาสสิก (Classical Condition) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ S_1S_2R เมื่อ S_1 เป็นบทเรียนกรอบที่ 1 เมื่อได้เสนอผู้เรียนแล้ว จะไม่มีคำถามให้ผู้เรียนตอบสนอง แต่จะมีกรอบที่ 2 คือ S_2 เป็นสิ่งเร้าอีกตัวแล้วจึงมีคำถามให้ผู้เรียนตอบ

2. การเสริมกำลัง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนแสดงการตอบสนอง ผู้ฝึกสามารถให้สิ่งเร้าบางอย่างที่อาจเปลี่ยนอัตรากำลังตอบสนอง หรือไม่เปลี่ยนก็ได้ ถ้าเปลี่ยนอัตราการตอบสนองเรียกสิ่งเร้าใหม่ว่า ตัวเสริมแรง (Reinforcement) ตัวเสริมแรงที่นำมาใช้ได้ง่ายที่สุด คือการรู้ผล (Knowledge of Result) บทเรียนแบบโปรแกรมให้นำการรู้ผลมาเป็นตัวเสริมแรง ในคำถามแต่ละกรอบจะมีคำตอบเฉลยไว้ให้เมื่อนักเรียนตอบสนองแล้ว เขาสามารถรู้ได้ว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด เป็นการเสริมแรงทันทีทันใด

3. การหยุดตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองนั้นมีการเสริมแรงแล้ว มีอัตราการตอบสนองสูง เราอาจลดอัตราการตอบสนองให้ลงมาในระลอกถัดไป โดยไม่เสริมแรงการตอบสนองนั้น ดังนั้นการตอบสนองจะค่อย ๆ ลดความสำคัญ ไม่มีความหมาย และไม่มี การเรียนรู้เกิดขึ้นต่อไป ในบทเรียนแบบโปรแกรมการตอบสนองที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียนจะลบเลือนไป เพราะไม่ได้รับการเสริมแรง

4. การค้ำรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้บางอย่างซับซ้อนมาก จะประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป และแต่ละขั้นจะไม่เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ กรรมวิธีจำเป็น คือการรู้ลำดับขั้นสุดท้าย แล้วค่อย ๆ เสริมแรงทีละขั้น หากมีการเสริมแรงทันทีการเรียนรู้ก็ จะเกิดขึ้นได้ จากหลักจิตวิทยาอันนี้ได้นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาออก เป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่ากรอบ แล้วให้ผู้เรียนเรียนไปที่ละขั้น ทีละกรอบ ที่เรียงกันอยู่อย่าง มีระเบียบ จนกระทั่งถึงจุดหมายที่ต้องการ

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เจ. อาร์. ดิกสัน (J. R. Digson) ชาวอเมริกัน ได้กล่าวถึงวิธีการสร้าง บทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้¹

1. วางจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของโปรแกรม และสร้างแบบทดสอบสำหรับการ สอนครั้งสุดท้าย โดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่วางไว้
2. พิจารณาความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียน และกำหนดออกมาในรูปพฤติกรรม
3. เขียนกรอบ
4. เลือกผู้เรียนจากกลุ่มตัวอย่าง 1 คน ให้ทำ Pre-Test แล้วเรียนบทเรียน เมื่อเรียนจบให้ทำ Post-Test ขณะผู้เรียนทำแบบทดสอบ และเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สร้างบทเรียนต้องสังเกตข้อผิดพลาดผู้เรียนทำในบทเรียนโปรแกรม และแบบทดสอบ

¹R. T. B Lamb, Aids to Modern Teaching A Short Survey
(London : Sir Issac Pitman and Sons, 1967), p. 66.

5. แก้ไขโปรแกรมแล้วเขียนใหม่
6. กระทำซ้ำข้อ 4 และข้อ 5
7. นำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
8. กระทำซ้ำตามข้อ 4, 5, 6 และข้อ 7 จนกว่าจะได้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดี เจมส์ คับบิว บราวน์ และคนอื่น ๆ (Brown and other) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ว่า¹

1. วิเคราะห์และกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการ (Analyze and Specify Intended Results) ซึ่งใดแก่การกำหนดขอบข่ายของความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับพร้อมทั้งรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะสามารถแสดงออกมาได้เมื่อจบการสอนแล้ว
2. วิเคราะห์และทดสอบผู้เรียน (Analyze and Pre-test the Students Population to Be Taught) ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบความรู้เดิม ความสามารถ แรงจูงใจ ความสนใจ และเจตคติ
3. เขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Develop and Write Down Appropriate Instructional Objectives)
4. กำหนดข้อทดสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Specify the Criterion Tests)
5. เขียนโปรแกรม (Write the Program)
6. ทดสอบบทเรียนแบบโปรแกรม (Evaluate the Success of Program)
7. กระทำซ้ำเพื่อปรับปรุงบทเรียนแบบโปรแกรม (Rework and Improve the Program)

¹James W. Brown, Richard B. Lewis and Fred F. Harclerod, A.V. Instruction Media and Methods (New York : McGraw-Hill Book Co., 1964), p. 621.

อีแวนส์ โฮม และ เกลเซอร์ (Evans, Home and Glaser)¹ ได้เสนอเทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ซึ่งอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้แบบเดียวกับแบบของ สกินเนอร์ และ ฮอดแลนด์ แต่มีวิธีการสร้างที่ซับซ้อนมากกว่า ในการสร้างจะแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 2 พวก คือ

1. ส่วนที่เป็นกฎเกณฑ์ของเนื้อหาที่จะเรียน (Rules to be Learned) ใช้ตัวย่อ RU_S แทน

2. ส่วนที่เป็นตัวอย่างของกฎ (Example or Illustration) ใช้ตัวย่อ EG_S แทน

วิธีสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้เรียกกันว่า "The Rule System" ซึ่งมีวิธีสร้างตามลำดับขั้นดังนี้คือ

1. วางวัตถุประสงค์เฉพาะ (Specific Objectives) ของเนื้อหาวิชาที่จะเขียนบทเรียนให้ชัดเจน

2. เขียนเป็นกฎ (RU_S) ที่จะต้องเรียนเป็นข้อ ๆ แต่ละข้อไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับกัน

3. รวบรวมเนื้อหาจากแบบเรียนและหนังสือต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างกฎเกณฑ์ (RU_S) และตัวอย่าง (EG_S) ในการเขียนกรอบ

4. จัดเรียงกฎเกณฑ์ใดก็ตามลำดับความยากง่าย เพื่อวางขอบเขตของบทเรียนอย่างหยาบ ๆ เดี่ยขั้นหนึ่งก่อน

5. สร้างตารางเมตริกซ์ของกฎ (RU Matrix) โดยสร้างเป็นตอน ๆ ตามเนื้อหา ในเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ อาจมีกฎเพียง 2 ข้อ บางตอนกฎในตารางเมตริกซ์อาจมีถึง 4 หรือ 5 ข้อก็ได้ การสร้างตารางเมตริกซ์นี้จะช่วยสร้างโครงสร้างบทเรียนวางแนวความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์เหล่านั้นได้อย่างดี และมีประโยชน์ต่อการจัดเรียงกรอบในบทเรียนใดก็ตามลำดับเหมาะสม

¹ Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction.
An Introduction, pp. 53-58.

Relationship	RU 1	RU 2	RU 3
RU 1	Definition of RU 1 (1)	RU 2 related to RU 1 (4)	RU 3 related to RU 1 (7)
RU 2	RU 1 related to RU 2 (5)	Definition of RU 2 (2)	RU 3 related to RU 2 (9)
RU 3	RU 1 related to RU 3 (6)	RU 2 related to RU 3 (8)	Definition of RU 3 (3)

6. นอกจากตารางมาตริกของกฎแล้ว ผู้เขียนยังต้องสร้างตารางมาตริกของตัวอย่างอีกด้วย เพื่อเตรียมตัวอย่างต่าง ๆ มาประกอบกับกฎที่ใดตรงไว้เพื่อใช้ในการเขียนกรอบแต่ละกรอบ

7. เรียงลำดับเซลล์ (Cell) ของตารางมาตริก โดยเขียนตัวเลขกำกับในตาราง การเรียงลำดับนี้ต้องเรียงตามลำดับที่จะเขียนในบทเรียน โดยปกติแล้วเซลล์ของมาตริกตามแนวเส้นทะแยงมุม ซึ่งเป็นคำจำกัดความของกฎ (Definition) มักจะใช้เป็นลำดับต้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้อย่างเบื้องต้นเสียก่อน

8. เมื่อทราบลำดับของหน่วยที่จะเขียนในบทเรียนแล้ว ก็เริ่มลงมือเขียนกรอบโดยใช้ตารางของกฎ และตารางของตัวอย่างหลายแบบด้วยกัน ตามความเหมาะสมของหลักการสอน ซึ่งมีสัญลักษณ์แทนวิธีการเสนอเนื้อหาแบบต่าง ๆ ดังนี้

- RU = กฎ $\tilde{R}U$ = กฎที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์
- EG = ตัวอย่าง $\tilde{E}G$ = ตัวอย่างที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์
- 1.) $RU + EG + \tilde{E}G$ ใช้เป็นกรอบเริ่มต้นที่ดีที่สุด โดยให้ผู้เรียนทำตัวอย่างไม่สมบูรณ์ใหญ่ถูกต้อง
- 2.) $RU + \tilde{R}U$ ใช้ได้เมื่อต้องการให้ผู้เรียนได้สังเกตและเรียนรู้ศัพท์เฉพาะ (Technical Words) ที่มีอยู่ในกฎนั้น ๆ เพราะผู้เรียนจะได้สังเกตกฎที่ไม่สมบูรณ์จากกฎที่ให้ไว้สมบูรณ์แล้ว

- 3.) $RU + \widetilde{EG}$ เริ่มลัดตัวอย่างเพราะได้ให้ไว้เพียงพอแล้ว เป็นการทดสอบความเข้าใจของตนเองในการเรียนควย
- 4.) $EG + \widetilde{RU}$
- 5.) $\widetilde{RU}_1 + \widetilde{RU}_2$ ใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบกฎสองกฎ
- 6.) $\widetilde{EG}_1 + \widetilde{EG}_2$
- 7.) \widetilde{EG} หมายถึงตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์เลย ผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์ไซ้เป็นกรอบทดสอบได้
- 8.) \widetilde{RU} หมายถึงกฎที่ไม่สมบูรณ์เลย ซึ่งผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์ไซ้เป็นกรอบสุดท้ายเหมาะสมมาก
- 9.) \overline{EG} หมายถึงตัวอย่างที่ให้ความหมายตรงข้ามกับตัวอย่างจริงๆ ในบางครั้งตัวอย่างแบบนี้ก็ใช้ได้โดยลัดไซ้เช่นกัน

9. รวบรวมกรอบต่าง ๆ เพื่อจัดทำเป็นบทเรียน โดยอาศัยหลักการเรียงลำดับกรอบจากตัวเลขในตารางเมตริกซ์

10. นำบทเรียนที่เรียบเรียงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นในแต่ละส่วนของบทเรียน ถ้าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์แสดงว่าใช้ได้

11. นำบทเรียนมาปรับปรุงขอบกรอบโดยอาศัยข้อมูลที่ไคจากการทดสอบผู้เรียน เป็นเครื่องพิจารณา ข้อความใดที่ทำให้ผู้เรียนเผลอคำตอบได้ใหญ่หรือตัดออก เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้

12. ทดลองแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้จนกว่าจะใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ จึงจะเป็นบทเรียนที่ดี

เทคนิคการเขียนกรอบ

การเขียนกรอบเป็นงานด้านเทคนิคที่ยากและต้องใช้เวลามาก บุคคลที่เคยมีประสบการณ์ในการเขียนกรอบมาก่อนจะมีความเห็นว่า ยากที่สุดในขบวนการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมก็คือ การเขียนกรอบ¹

โรเบิร์ต อี ซิลเวอร์แมน (Robert E. Silverman) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมจะประกอบด้วยกรอบ 4 ชนิดดังนี้²

1. กรอบสอน (Teaching Frame) เป็นกรอบที่ใส่น้อยที่สุดใบบทเรียน เป็นกรอบที่ใหญ่เรียนเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ
2. กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่ช่วยใหญ่เรียนจำได้และทำได้ นาน เป็นกรอบที่ผู้เรียนได้ใช้ฝึกหัดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้วจากกรอบสอน หลักสำคัญของกรอบนี้คือ จะต้องใหญ่เรียนได้ฝึกหัดเฉพาะสิ่งที่เขาได้เรียนมาจากกรอบสอนเท่านั้น อย่านำมโนทัศน์อื่น ๆ มาใช้ฝึกหัดเป็นอันขาด
3. กรอบทบทวน (Review Frame) เป็นกรอบที่เขียนขึ้นทบทวนความรู้พื้นฐานอื่น ๆ ที่ผู้เรียนมีอยู่ ซึ่งจะใช้เมื่อเรามีเหตุผลเพียงพอที่จะเชื่อว่าผู้เรียนได้ลืมไปแล้ว หรือใช้เมื่อเห็นข้อความสิ่งนั้นจะช่วยให้การเรียนเนื้อหาใหม่
4. กรอบทดสอบ (Testing Frame) เพื่อทดสอบความรู้ที่เรียนมาจากกรอบอื่นๆ ไม่ควรมีการชี้แนะหรือนำทาง ถ้ามีก็ควรให้น้อยที่สุด ในการเขียนบทเรียนควรเขียนกรอบทดสอบก่อน แล้วจึงเขียนกรอบสอน

¹ O. S. Dewal, "On Writing Frames," in A Handbook of Programmed Learning, p. 29.

² Robert E. Silverman, How to Write a Program (Carlissle, man : Carlissle Publishers, 1970), frame 110-128.



ซิดเวอร์แมน ขำว่า ผู้เขียนกรอบจะต้องเขียนกรอบเพื่อให้ได้คำตอบสนองที่เบ็ดเตล็ด นอกจากนั้นคำตอบสนองควรเน้นในเนื้อหาที่อยู่ในกรอบ และขอบเขตของวัตถุประสงค์ในการสอน ในการตอบสนองควรใหญ่เรียนใดก็คอบางน้อยชั่วขณะหนึ่ง และคำตอบสนองของผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมาก แต่ควรใหญ่เรียนใดก็ควาตนกำลังทำอะไร

โอ เอส ดีเวด (O. S. Dewal) กล่าวว่า กรอบแต่ละกรอบโดยปกติจะแบ่งเป็น 3 ตอนคือ¹

1. ตอนที่ป็นสิ่งเร้า
2. ตอนที่เป็การตอบสนอง
3. ตอนยืนยันคำตอบซึ่งเร็วกว่าตอนเฉลยคำตอบที่ถูกของ

กรอบบางกรอบอาจจะเสนอแต่สิ่งเร้า โดยไม่ต้องการการตอบสนอง การเสนอสิ่งเร้าเป็นจุดสำคัญของการเรียนบทเรียน ถ้าสิ่งเร้าถูกเสนออย่างเหมาะสมก็จะสร้างพฤติกรรมที่ทองการใด การควบคุมสิ่งเร้าอย่างควบคุมเคลื่อนจะสร้างคำตอบสนองที่ลุ่มเคลื่อนควย

ดี แวล เสนอแนะเทคนิค และวิธีเขียนกรอบดังนี้

1. อยาลงมือเขียนกรอบจนกว่าจะใดเขียนสิ่งต่อไปนี้
 - 1.1 พฤติกรรมคั้งเดิมของผู้เรียน (Initial Behavior)
 - 1.2 พฤติกรรมบั้นปลายที่จะไ้รับ (Terminal Behavior)
 - 1.3 วัตถุประสงค์ทั่วไปของเนื้อหาเรื่องนั้น (General Objective)
2. กอนการเขียนกรอบควรเขียนโครงร่าง (Flow Chart) เพื่อวางแผนการ

คำเนิงานในการเขียนบทเรียน

3. เขียนวัตถุประสงค์ในการสอนในแผ่นกระดาษแข็ง 4" x 6" โดยแยกเป็นข้อๆ ขอละแผน จากนั้นก็เริ่มเขียนกรอบในแผ่นกระดาษแข็งตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ
4. ให้เริ่มเขียนกรอบทดสอบกอน (Testing Frame หรือ Criterion Frame) เพราะเป็นกรอบที่เขียนง่าย ไม่ตองมีการขึ้นนะหรือหน้าทาง

¹Dewal, "On Writing Frames" in A Handbook of Programmed Learning, p. 29.

5. ถ้ากรอบทดสอบเป็นกรอบที่ n ต่อไปก็เขียนกรอบที่ $(n-1)$ ถอยหลังลงมาจนกระทั่งถึงกรอบที่ 1 หรืออาจจะเริ่มเขียนกรอบที่ 1 หลังจากเขียนกรอบที่ $(n-1)$ ไปหากรอบที่ $(n-1)$ ก็ได้

6. จากนั้นค่อยเขียนคำตอบเฉลยในแต่ละกรอบ

ประโยชน์ของบทเรียนแบบโปรแกรม

พี ดี เพอเรรา (P. D. Pereira) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้¹

1. การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่จะทำให้แนวการสอนเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนที่จะรับความรู้เขาไป แบบเรียนได้ผ่านการทดสอบ เปลี่ยนแปลงแก้ไขจนกระทั่งเป็นที่ยอมรับแล้ว

2. การสอนด้วยบทเรียน ได้รับการออกแบบเพื่อที่จะให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และผ่านการทดสอบกับผู้เรียนในกลุ่มดังกล่าวมาแล้ว

3. จากการทดลองที่ได้ทำกันมา สรุปได้ว่า ภายใต้งบเงื่อนไข และวิชาที่แน่นอน ผู้เรียนสามารถเรียนได้เร็ว โดยอาศัยการสอนแบบนี้มากกว่าอาศัยการสอนแบบอื่น และยังได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

4. ผู้เรียนแต่ละคนสามารถศึกษา และได้รับความรู้ไปตามระดับความสามารถของตน แม้ผู้เรียนที่อ่อนก็สามารถเรียนรู้ได้เท่ากับนักเรียนที่เก่ง แต่ต้องใช้เวลาในการเรียนมากกว่า

5. ช่วยประหยัดเวลาให้แก่ครูผู้สอนที่ต้องการสอนเนื้อหาวิชาขั้นพื้นฐาน

6. ช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียน เมื่อผู้เรียนได้ทราบว่าสิ่งที่เขาได้ทำไป

นั้นถูกต้อง

¹Pereira, Introduction to Programmed Learning, pp. 3-4.

บัทเลอร์ เร็น และ แบงก์ (Butler, Wren and Bank) ได้สรุปข้อดีของ
บทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้¹

1. บทเรียนแบบโปรแกรม กระตุ้นและช่วยให้เด็กเรียนได้คนเดียว ความสัมพันธ์
ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง โดยการเรียนไปตามลำดับขั้นของเนื้อหาที่จัดไว้ให้
2. นักเรียนสามารถเรียนด้วยความสามารถตามอัตราเร็วของแต่ละบุคคล บท-
เรียนสามารถสอนนักเรียนได้คราวละมาก ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยแก้ปัญหาที่นักเรียนที่
อ่อนชั้นจนครูไม่สามารถสอนได้ทั่วถึง
3. บทเรียนแบบโปรแกรมจะช่วยแก้ปัญหาในโรงเรียนเล็ก ๆ ในชนบทที่มีจำนวน
นักเรียนน้อย จนไม่สามารถจะจัดครูสอนในวิชานั้น ๆ ได้
4. บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถใช้เป็นเครื่องมือประกอบการสอนของครูในชั้น
ตามปกติได้

ข้อเสียของบทเรียนแบบโปรแกรม

บัทเลอร์ เร็น และ แบงก์ ได้สรุปความเห็นเกี่ยวกับข้อเสียของบทเรียนแบบ
โปรแกรมดังนี้¹

1. วิชาที่ทำโปรแกรม จะไม่สามารถยืดหยุ่น หรือขยายเนื้อหา หรือย่อเนื้อหาได้
จำเป็นต้องสร้างโปรแกรมใหม่เพิ่มเติมอีก
2. วิชาบางวิชาในคณิตศาสตร์ที่มีผู้เขียนบทเรียนแบบโปรแกรมไว้แล้ว เนื้อหาวิชา
และการจัดลำดับของเนื้อหาวิชายังเป็นแบบเก่า ไม่แสดงให้เห็นแนวคิดของคณิตศาสตร์แนวใหม่

¹Charles H. Butler, F. Lynwood Wren and J. Houston Banks,
The Teaching of Secondary Mathematics, 5 th ed. (New York : McGraw-
Hill Book Co., 1970), p. 153.

²Ibid.

3. การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมไม่สามารถจะทำให้เกิดปฏิกิริยาโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียนได้

เวอร์นอน เอช เจอร์แลช และ โคนัล พี อีลีย์ (Vernon S. Gerlach and Donall P. Ely) โลกกล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนแบบโปรแกรมดังนี้¹

1. บทเรียนแบบโปรแกรมจะใช้ได้สำหรับวิชาประเภทความรู้ และความจำ (Cognitive Domain) แต่สำหรับวิชาประเภทเน้นความรู้สึก ความซาบซึ้ง (Affective Domain) เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปะ อาจใช้ไม่ได้ เพราะใช้ความรู้สึกหรืออารมณ์ลงไปได้
 2. บทเรียนแบบโปรแกรมบางบทเรียนใช้ได้สำหรับเด็กที่มีสติปัญญาดีเท่านั้น
 3. บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดีจะใช้เวลาและความลำบากในการสร้างมาก
- บี อาร์ บูเกลสกี (B. R. Bugelski) กล่าวว่า ภาระในการนำเอาวิชาการธรรมดาที่เด็กเรียนตั้งแต่อนุบาล ไปจนถึงมหาวิทยาลัยมาทำบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และการที่จะสร้างบทเรียนโปรแกรมขึ้นเยี่ยมสักเรื่องหนึ่งจะต้องทุ่มเทแรงงานมาก²

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมในประเทศไทย มีดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ประสิทธิผลของการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนนักเรียนไทย" เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปวิชาพีชคณิตเบื้องต้น กรมวิชาการร่วมกับครุคณิตศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมจำนวนหนึ่ง ช่วยกันจัด

¹Vernon S. Gerlach and Donall P. Ely, Teaching and Media : A Systematic Approach (Englewood Cliffs New Jersey : Prentice-Hall, 1971), p. 373.

²B. R. Bugelski, จิตวิทยาการเรียนรู้อยู่กับการสอน สมถาวร อภัยพันธ์ (ผู้แปล) (พระนคร : โรงพิมพ์ของสมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2513), p. 236.

สร้างบทเรียนสำเร็จรูปเป็นแผ่นกระดาษใช้กับเครื่องสอนอย่างง่าย ๆ แล้วทดลองใช้ครั้งแรก เมื่อต้นปีการศึกษา 2507 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ของโรงเรียนบางโรงเรียนใน จังหวัดพระนคร-ธนบุรี แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เป็นบทเรียนแบบ โปรแกรมเป็นรูปเล่มแจกจ่ายไปตามโรงเรียนต่าง ๆ จากนั้นนำผลมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข ให้ดีขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้นสอนนักเรียนไทยที่มีสติปัญญาปานกลางได้ผล ถ้าหากครูจะช่วยเหลือและแนะนำบ้างแล้วก็อาจใช้หนังสือนี้ประกอบการสอนของครูในชั้นเรียนได้¹

พลรัตน์ ลักษณ์ยนาวัน ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตที่ผลิตขึ้นโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร พีชคณิต ซึ่งมีจำนวน 259 กรอบ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนวัดธาตุทอง และโรงเรียนนวมิยวชิรธรรมสาธิต โรงเรียนละ 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มแรกให้เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม โดยมีครูคอยช่วยเหลือเป็นรายบุคคล กลุ่มที่สองให้เรียนจากครูโดยการบรรยาย และใช้บทเรียนธรรมดาประกอบ ใช้เวลาเรียน 5 ชั่วโมงเท่ากัน ผลการทดลองพบว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมได้ผลดีกว่าการสอนธรรมดา²

วรรณภา เจียมทะวงษ์ ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ระหว่างการใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เศษส่วน" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า จากนั้นได้นำบทเรียนไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนปกติในชั้นเรียน โดยทดลองกับ

¹กระทรวงศึกษาธิการ. บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 50-51.

²พลรัตน์ ลักษณ์ยนาวัน "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514)

มาตรฐาน 90 ตัวหลังที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามนักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้เรื่อง "การคูณและหาร เศษส่วน" อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01¹

ชูชาติ เจริญฉลาด ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ร้อยละ" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า โรงเรียนสาธิต แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 100 คน ใช้เวลาเรียนวันละ 2 ชั่วโมง รวม 4 ชั่วโมง ผลการทดลองปรากฏว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยเสนอแนะว่าให้นำไปปรับปรุงอีกเล็กน้อย ก็สามารถใช้ได้มีประสิทธิภาพ²

ชูศรี สนิทประชากร ได้ทดลองและวิจัยโดยการสร้างแบบเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การบวกลบเศษส่วน" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า และหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยตั้งมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า โรงเรียนสุโขทัย ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีมาตรฐาน 90.17/96.86 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้³

สุภาวดี ปัญญาภาส ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม โดยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "ตัวหารรวมมาก" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่หก พร้อมทั้งหา

¹เจดิม แสงมณี, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การคูณและหาร เศษส่วน" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517)

²ชูชาติ เจริญฉลาด, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ร้อยละ" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517)

³ชูศรี สนิทประชากร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การบวกลบ เศษส่วน" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517)

ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.03/92.05 หมายความว่านักเรียนทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง 88.03% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ และทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง 92.04% แสดงว่าถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90 ตัวหลัง อย่างไรก็ตาม นักเรียนเมื่อเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมมีการพัฒนาการในการเรียนเรื่อง "ตัวหารรวมมาก" อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01¹

จิตรา โสภาสทิพากร โค้ดทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมและหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 96.52/84.64 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อันแล้ว ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้ว บทเรียนแบบโปรแกรมนี้อมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง²

วาทินี ศรีศิริพิศาสด โค้ดทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องจำนวนเชิงซ้อนสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมและหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สามจำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.74/88.68 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่จากการทดสอบความแตกต่างระหว่าง

¹สุภาวดี ปัญญาवास, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตัวหารรวมมาก" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทิต แผนกวิชาประถมศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517)

²จิตรา โสภาสทิพากร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทิต แผนกวิชามัธยมศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518)

คะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้แล้ว ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง¹

สุดัคดา ไชยบุตร ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชันสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.58/88.48 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตาม บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01²

เลื่อน บินเงิน ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิต (Limits) และความต่อเนื่อง (Continuity) ในระดับชั้น ป.กศ.สูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา เรื่อง ลิมิต และความต่อเนื่องในระดับชั้น ป.กศ.สูง และนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ไปทดลองเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยทดลองกับนักเรียนชั้น ป.กศ.สูง ปีที่หนึ่ง วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2517 จำนวน 60 คน และแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่ม ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการสอนตามปกติอย่างมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ วาณี ศรีศิริพิศาล, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518)

² สุดัคดา ไชยบุตร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518)

นัยสำคัญที่ระดับ .05¹

ปรีปรีจี ฉิมแจ่ม ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนปกติในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนวัดสระเกษ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05²

วิศา ศิริเสวีวรรณ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่องความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ไปทดลองเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอน

¹ เชื้อน ปิ่นเงิน, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิต (Limits) และความต่อเนื่อง (Continuity) ในระดับชั้น ป.กศ.สูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" (ปริทัศน์นันทการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518)

² ปรีปรีจี ฉิมแจ่ม, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริทัศน์นันทการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518)

ปกติ อยางไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05¹

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่องเซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แล้วนำไปทดลองเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนกบินทร์วิทยา อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 70 คน ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมและนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05²

ครรรชิก หอมแพน ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาสถิติ เรื่อง "การวัดความโน้มเอียงเขาสู่ส่วนกลางและการกระจาย" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพค่าความมาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียน

¹วิยดา ศิริเดวีวรรณ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518)

²สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518)

มีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01¹

ปราโมทย์ เจริญประเสริฐ ไคว้จัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "การจัดลำดับและการเลือกหมู่" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตาม มาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 96.69/74.84 ซึ่งค่า ความมาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01²

มานพ ชัยศิริเรก โคททดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เซต และความสัมพันธ์ แกนสี่เหลี่ยมที่หนึ่ง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ชนิดเส้นตรงกับการสอนตามปกติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนิสิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน อ.เมือง จ.ชลบุรี จำนวน 60 คน จากนิสิต 275 คน โดยวิธีสุ่ม แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน โดยวิธีสุ่มอีกครั้งหนึ่ง กลุ่มหนึ่งใช้เป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลา เท่ากัน เมื่อสอบจบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิต ที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนจากการสอน ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญ³

¹ ธรรมจิต หอมแพน, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาสถิติเรื่อง "การวัด ความโน้มเอียงเข้าสู่ส่วนกลางและการกระจาย" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519)

² ปราโมทย์ เจริญประเสริฐ, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "การจัดลำดับและการเลือกหมู่" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519)

³ มานพ ชัยศิริเรก, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซตและความสัมพันธ์ในระดับนิสิตชั้นปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519)

นิคม สยังกุล ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 97.43/77.14 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01¹

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ

ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นจำนวนมาก ทั้งในด้านเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนตามปกติ และการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน แต่ในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกเฉพาะงานวิจัยวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้น

โรเบิร์ต โอ บราวน์ (Robert O. Brown)² ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนของครูตามปกติ โดยใช้บทเรียนธรรมดาว่าจะแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 และ 9 จากโรงเรียนต่างๆ 7 แห่งด้วยกัน บทเรียนแบบโปรแกรมที่นำมาใช้สอนเป็นแบบเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง ซึ่งจัดทำโดย The University of Illinois Committee on School Mathematics ผลจากการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไป ปรากฏว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมไม่มีผู้ใดสอบตกเลย²

¹นิคม สยังกุล, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520)

²Jr. Robert O. Brown, "A Comparison Test of Test Score of Students Using Programmed Instruction Materials With Those of Students Not Using Programmed Materials," in The Research on Programmed Instruction (Washington D.C. : U.S. Government Printing Office, 1964), p.26.

เคนเนท อีสเตอร์เคย์ และ เฮเลน อีสเตอร์เคย์ (Kenneth Easterday and Helen Easterday) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาพีชคณิตโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนปกติกับนักเรียนเกรด 9 ในสหรัฐอเมริกา ปรากฏว่ากลุ่มที่สอนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติ การเปรียบเทียบระหว่างเพศชาย และหญิงไม่แตกต่างกัน ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเพศชายด้วยกัน ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ¹

คาวิน เกรทซิงเกอร์ (Cavin Greatsinger) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเศษส่วน โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ การสอนแบบโปรแกรมใช้บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 รวม 12 ห้องเรียน ในแต่ละโรงเรียน ห้องหนึ่งให้เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม อีกห้องหนึ่งเรียนโดยใช้ครูสอน การทดลองปรากฏว่าผลการเรียนทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปรากฏว่าการสอนเศษส่วนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประหยัดกว่า²

แฟรงค์ คัมบลิง บางฮาร์ท (Frank W. Banghart) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเพื่อเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ และมโนทัศน์ในวิชาเลขคณิต โดยใช้เวลา 1 ปี ในการเปรียบเทียบการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมทุก ๆ วัน ๆ ละ 30 ถึง 40 นาที กลุ่มควบคุมสอนโดยครูประจำชั้น การสอนทั้งสองแบบใช้เนื้อหาเดียวกัน เปรียบเทียบคะแนนของทั้งสองกลุ่มในด้านการแก้ปัญหา ความเข้าใจ และคะแนนรวมทั้งหมด โดยใช้ข้อสอบเลขคณิตของ The Metropolitan Achievement Tests ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลอง

¹Kenneth Easterday and Helen Easterday, "Ninth-Grade Algebra Programmed Instruction and Sex Difference: An Experiment," The Mathematics Teacher LXI (March 1968): 303-7.

²Robert T. Filep, "Teaching Machines and Programmed Instruction," A.V. Communication Review 15 (Summer 1967): 87-90.

มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านคะแนนรวม และความเข้าใจอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในด้านการแก้ปัญหาไม่มีความแตกต่างกัน¹

ชาร์ลส์ โควเวิน ไวท์ (Charles Coven white) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับนักศึกษาที่มีพื้นฐานคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ชั้นมัธยม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง 132 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 58 คน ให้เรียนจากการสอนตามปกติของครู และกลุ่มทดลอง 74 คน ให้เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติของครูอย่างมีนัยสำคัญ²

ยอร์จ แอด เฮนเดอร์สัน (George L. Handerson) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียนที่เรียนอ่อนในวิชาพีชคณิต โดยทดสอบนักเรียนและค้นผู้เห็นว่าต้องการความช่วยเหลือ โดยให้เรียนจากโปรแกรมเพิ่มเติม ซึ่งบทเรียนมีเนื้อหาเช่นเดียวกับเนื้อหาหลักสูตร ผลปรากฏว่า

1. ความสามารถของนักเรียนในการแยกแยะเคอร์ดิชัน
2. ความสามารถในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น
3. ความสามารถในการอ่านจับใจความดีขึ้น

นอกจากนั้น เฮนเดอร์สัน ได้ให้ข้อสังเกตว่า บทเรียนแบบโปรแกรมใช้ได้ในการช่วยเหลือนักเรียนอ่อน แม้ใจแทนครูโดยสิ้นเชิง³

¹Ibid., p.183.

²Charles Coven Write, "The Use of Programmed Texts of Remedial Mathematics Instruction in College," Dissertation Abstracts 30 (February 1970) : 3373-A.

³Robert T. Filep, "Teaching Machines and Programmed Instruction," AV. Communication Review 15 (Summer 1967) : 182.

เดวิด อี คอนรอย (David E. Conroy) ได้เปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบธรรมดาในวิชาพีชคณิตระดับวิทยาลัย ผลปรากฏว่าวิธีสอนทั้งสองแบบให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ¹

มาริลีน คลาร์ก เบค (Marilyn Clark Beck) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาพีชคณิตระดับวิทยาลัย โดยใช้วิธีสอน 3 วิธี คือ การสอนธรรมดา การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม และการสอนที่ใช้สื่อการสอนหลายอย่าง (Multi-Media Method) แล้วเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) ความไม่สำเร็จและการถอนตัว (Withdraw) ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอน และการสอนแบบใช้สื่อการสอนหลายอย่างไม่แตกต่างกัน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบโปรแกรม แต่อัตราเฉลี่ยของความไม่สำเร็จและการถอนตัวของนักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมมีน้อยที่สุด สำหรับความคงทนในการเรียนรู้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน²

โดนาลด์ บีน (Donald Beane) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการสอนระหว่างการสอนระหว่างการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง กับชนิดสาขา โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมได้รับการสอนจากครูตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา ผลปรากฏว่าการเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา ใช้เวลามากกว่าชนิด

¹David E. Conroy, "The Effects of Age and Sex Upon a Comparison Between Achievement Gains in Programmed Instruction and Conventional Instruction in Remedial Algebra I at Northern Virginia Community College" Dissertation Abstracts 32 (March 1972) : 5102-A.

²Marilyn Clark Beck, "A Comparative Analysis of the Three Methods of Teaching Remedial Algebra on the Junior College Level," Dissertation Abstracts 21 (June 1971) ; 6270-A.

เด่นชัด และนักเรียนชอบเรียนชนิดเด่นตรงมากกว่า¹

โรเบิร์ต เรย์มอนด์ เลนจ์ (Robert Raymond Lange) ได้ศึกษาผลของการชี้แนะในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแบบสร้างคำตอบเอง ที่มีการชี้แนะต่างกันคือ ไม่มีการชี้แนะเลย มีการชี้แนะ 20% และมีการชี้แนะ 40% ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ไม่มีการชี้แนะ 40% มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีการชี้แนะ 20% ได้คะแนนต่ำสุด เลนจ์ ได้เสนอแนะว่าการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมสร้างคำตอบเอง ควรหลีกเลี่ยงการเขียนที่มีการชี้แนะเพียงเล็กน้อย เพราะจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร²

เบนนี่ อาร์ เลน (Bennie R. Lane) ได้ทดลองแบบเทียบการสอนคณิตศาสตร์ 3 แบบ คือ การสอนโดยใช้โทรทัศน์อย่างเดี่ยว การสอนโดยใช้โทรทัศน์และครูอธิบายเพิ่มเติม และการสอนโดยใช้โทรทัศน์และใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบการสอน ผลปรากฏว่า

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเอกสารประกอบการสอน โดยใช้โทรทัศน์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าอีก 2 วิธี
2. การสอนโดยวิธีแรก และวิธีที่สองมีประสิทธิภาพเท่ากัน
3. การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมใช้เวลาน้อยกว่าอีก 2 วิธี
4. จากการทดลองมีเหตุผลที่เชื่อได้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่สามารถสอนเนื้อหาที่มีอยู่ในบทเรียนได้³

¹ Donald Beane, "A Comparison of Linear and Branching Technique of Programmed Instruction in Plane Geometry," A.V. Communication Review 15 (Summer 1967) : 190.

² Robert Raymond Lange, "A Study of the Effects of Backward Prompting in Programmed Instruction," Dissertation Abstracts 30 (February 1970) : 3194-A - 3195-A.

³ Bennie R. Lane, "An Experiment with Programmed Instruction as a Supplement to teaching College Mathematics by Closed-Circuit Television," The Mathematics Teacher LVII (October 1964) : 395-7.

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมมีคุณค่า
เพียงพอที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการสอนได้ ถึงแม้ว่าบางโอกาสการสอนด้วยบทเรียนแบบ
โปรแกรมจะไม่ได้ดีกว่าการสอนปกติมากนัก แต่ข้อดีด้านอื่น ๆ ประกอบ ผู้วิจัยคิดว่าถ้าผู้สอน
จะเลือกใช้ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และความมุ่งหมายแล้ว จะปรับปรุง
การเรียนการสอนได้มาก ดังนั้นจึงควรสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมให้แพร่หลายยิ่งขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย