

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



ความหมายและลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม

คำว่า "บทเรียนแบบโปรแกรม" นั้น ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายอย่างด้วยกัน ซึ่งพอจะสรุปอย่างสั้น ๆ ได้ดังนี้

บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ บทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยเนื้อหาในบทเรียนจะมีลักษณะเป็นขั้นย่อย ๆ สั้นๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถาม ต่อเนื่องกันไป ตามลำดับชั้นจากง่ายไปหายาก คำถามอาจเป็นชนิดให้สร้างคำตอบเอง หรือ ชนิดให้เลือกตอบ และจะมีคำตอบเฉลยไว้ทุกกรอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบกับคำตอบของตนทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน

บทเรียนแบบโปรแกรม มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษแตกต่างกันมากมาย เช่น Programmed Learning, Programmed Instruction, Teaching Machines, Automated Teaching, Education Machines, Auto-Instructional Devices, Automatic Learning, Self-Teaching Materials หรือ Self-Instructional Techniques<sup>1</sup>

เอ็ดเวิร์ด บี ฟราย (Edward B. Fry) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ ดังนี้<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Robert Murray Thomas and Sherwin G. Swartout, Integrated Teaching Materials (New York : David McKay, 1963), p.513.

<sup>2</sup> Edward B. Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction: an Introduction (New York : McGraw-Hill Book Company, 1963), pp.2-3.

1. เนื้อหาวิชาที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ กรอบเหล่านี้ขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่หนึ่งประโยคถึงหนึ่งย่อหน้า
2. ในแต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถามเพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง ( Response ) อาจเป็นการตอบคำถาม หรือ เติมข้อความลงในช่องว่าง ให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมในการเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา การตอบสนองของผู้เรียนจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด
3. ผู้เรียนทราบผลทันทีว่า การตอบสนองของตนนั้นถูกหรือผิด การได้ทราบผลทันทีจัดว่าเป็นการเสริมแรง (Immediately Reinforcement) ถ้าคำตอบถูกจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ และเป็นการขู่ยู่ให้อยากทำกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้ทราบว่ามีผิดอย่างไร และจะตอบใดถูกต้องอย่างไร
4. กรอบต่าง ๆ จะต้องเรียงลำดับจากขั้นหนึ่งไปยังอีกขั้นหนึ่ง จนถึงจุดหมายที่ต้องการ และต้องมีลักษณะต่อเนื่องกัน
5. จะต้องมียุติประสงค์ในการสอน เพื่อการประเมินผลจะได้ถูกต้อง
6. มีการปรับปรุงบทเรียน โดยยึดการตอบสนองของผู้เรียนเป็นหลัก ถ้าผู้เรียนตอบผิดมาก แสดงว่า บทเรียนอาจไม่สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ จะต้องมีการปรับปรุง
7. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง

### ประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรม ถ้ายึดเอาวิธีการเสนอให้นักเรียนเป็นหลักจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องสอน (Teaching Machine)
2. บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Textbook)

ถ้าแบ่งประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรมโดยยึดเอาเทคนิคการเขียนและการลำดับเนื้อหาวิชาเป็นหลักจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)
2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)

## บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง มีดังนี้



บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ย่อยแล้วจากง่ายไปยาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มเรียนตั้งแต่กรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อไป วิธีการเขียนบทเรียนชนิดนี้มักจะให้ผู้เรียนตอบคำถามในบทเรียน โดยคิดหา คำ, วลี, จำนวนหรือสัญลักษณ์ขึ้นมาเติมในช่องว่างที่เว้นไว้ในแต่ละกรอบ ดังนั้นบทเรียนชนิดนี้บางทีก็เรียกกันว่า เป็นบทเรียนชนิดให้สร้างคำตอบเอง (Constructed Response Type)

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้ พัฒนามาจากผลงานของ บี.เอฟ. สกินเนอร์ (B.F. Skinner) และผู้ร่วมงาน เช่น เจมส์ ฮอลแลนด์ (James Holland) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงอาจสรุปได้ดังนี้<sup>3</sup>

1. ประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เรียกว่ากรอบ ซึ่งในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีความคิดหรือตัวอย่าง หรือ กฎเพียงข้อเดียว
2. ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองโดยการ เขียนคำตอบลงในแต่ละกรอบ เพื่อจะได้นำคำตอบเหล่านั้นมาวิเคราะห์ปรับปรุงบทเรียนด้วย คำตอบของผู้เรียนเป็นแบบสร้างคำตอบขึ้นมาเอง
3. ในกรอบหนึ่ง ๆ ควรมีการตอบสนองเพียงครั้งเดียว

<sup>3</sup>V.Krishnamurthy, "Styles in Programming," "A Handbook of Programmed Learning, Indian Association For Programmed Learning Baroda - 2 (Gamdi - Anand, Gujarat State, India : Anand Press, n.d.), p.40.

4. ในกรอบแรก ๆ จะมีการชี้แนะและนำทางเพื่อลดการตอบผิด สำหรับ อัตราการตอบผิดในบทเรียนหนึ่ง ๆ ตามปกติจะน้อยกว่า 5 %

5. มีคำตอบเฉลยให้ทันทีในแต่ละกรอบ

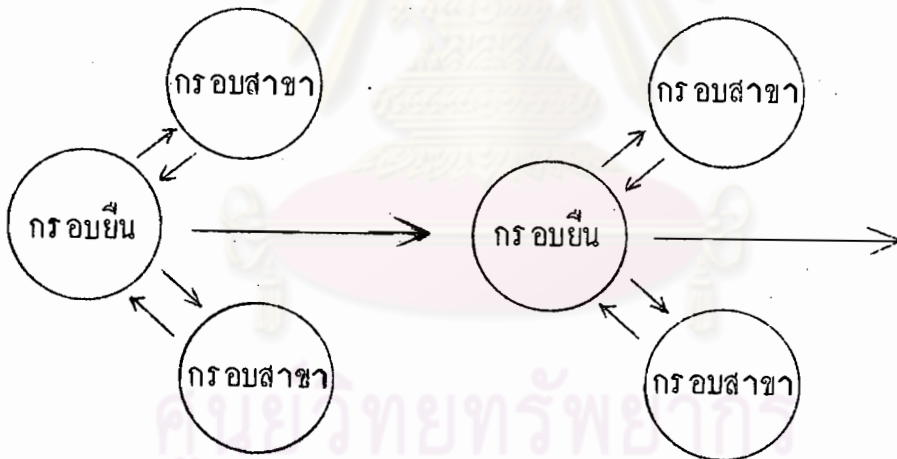
6. ผู้เรียนทุกคนจะเรียนเนื้อหาวิชาที่เรียงตามลำดับกรอบแบบเดียวกันไป

ตลอด

7. ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกันไปตามความสามารถ ของแต่ละบุคคล

### บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา มีดังนี้



บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียน กรอบเหล่านี้ เรียกว่า "กรอบย่น" (Home pages) หมายถึงกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน แต่ละกรอบถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องหมดก็จะเรียนตามกรอบย่นไปตลอด ในแต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วตอบคว คำถามให้ผู้เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกคำตอบมี 3 ตัวเลือก (หรือมากกว่าก็ได้) ในแต่ละตัวเลือกจะบอกหน้ากำกับไว้ให้ผู้เรียนพลิกไป เมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบ

ในกรอบขึ้นแต่ละกรอบจะมีกรอบสาขา (Branch) 2 กรอบ (สำหรับคำถามชนิด 3 ตัว เล็ก) ไว้สำหรับผู้เรียนที่เลือกคำตอบไม่ถูก กรอบสาขาเหล่านี้จะแนะนำ หรืออธิบายเพิ่มเติมแล้วจึงให้ผู้เรียนกลับไปกรอบขึ้นอีกครั้ง

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้ พัฒนามาจากผลงานของ คราวเดอร์ (Norman A. Crowder) เขาไม่เห็นด้วยกับหลักของสกินเนอร์ที่ว่า บทเรียนจะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองโดยถูกต้องมากที่สุด จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ คราวเดอร์ เชื่อว่า คำตอบของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก จะบอกให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือไม่มีความรู้ในเรื่องใดมาก่อน การเรียนในขั้นต่อไปจะขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะได้เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนจะต้องได้รับการแก้ไข และได้รับการสอนซ่อมเสริมซึ่งก็เหมือนกับการได้รับการสอนพิเศษเพิ่มเติม<sup>4</sup>

วี คริสนาเมอร์ตี (V. Krishnamurthy) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา ไว้ดังนี้<sup>5</sup>

1. กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาคงจะใหญ่กว่ากรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ในกรอบหนึ่ง ๆ จะบรรจุความคิด 2-3 ความคิด
2. มีคำถามเพียงคำถามเดียวในแต่ละกรอบ ส่วนมากจะอยู่ตอนท้ายสุดของกรอบ
3. ในการตอบคำถามนั้น ผู้เรียนต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ให้ได้ ในกรอบและพยายามเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนละไว้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้อง
4. บทเรียนชนิดนี้ไม่พยายามที่จะลดการตอบผิดของผู้เรียน เพราะคำตอบผิดของผู้เรียนจะถูกนำไปอธิบายและสอนซ่อมเสริมให้

<sup>4</sup>Robert Murray Thomas and Sherwin G. Swartout, op.cit., p.516.

<sup>5</sup>V Krishnamurthy, op.cit., pp. 44-45.

5. บทเรียนชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทเลือกคำตอบ ซึ่งตรงข้ามกับชนิดเส้นตรงที่ให้สร้างคำตอบขึ้นเอง

6. จากคำตอบของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะมีลำดับในการเรียนที่ต่างกัน ถ้าตอบถูกก็จะก้าวไปสู่มโนทัศน์ (Concept) ใหม่ต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม

### จิตวิทยาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ต้องอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ นักจิตวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บี. เอฟ. สกินเนอร์ ทฤษฎีของสกินเนอร์ ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมมีดังนี้<sup>6</sup>

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) พฤติกรรมที่สำคัญที่สุดของมนุษย์นั้นประกอบด้วยการตอบสนองต่างๆที่แสดงออกไป การตอบสนองเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นส่วนความรู้และทักษะพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงอัตราการตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดยการเสริมแรงหรือการเสริมแรง เงื่อนไขการตอบสนองที่นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมมี 3 แบบ คือ

1.1 การตอบสนองควบคุมหรือการตอบสนองที่มีเงื่อนไข (Controlled Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้  $S_1 R S_2$  เมื่อ  $S_1$  เป็นสิ่งเร้าคือกรอบของบทเรียน  $R$  เป็นการตอบสนองของผู้เรียน ซึ่งอาจจะถูกหรือผิด การตอบสนองของผู้เรียนจะขึ้นกับสิ่งเร้า  $S_1$  เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้วจึงมีกรอบของบทเรียนที่ 2 คือ  $S_2$  เสนอให้ผู้เรียนต่อไป

002260

<sup>6</sup>David Zeaman, "Skinner's Theory of Teaching Machine," Automatic Teaching (New York : John Wiley & Sons, Inc., 1959), pp. 167-176.

1.2 การตอบสนองอิสระหรือการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไข (Free Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้  $S_1 R S_2$   $R S_2 R S_2$  เมื่อ  $S_1$  เป็นกรอบของบทเรียนที่ 1 เป็นสิ่งเร้า ผู้เรียนจะตอบสนอง และมี  $S_2$  เป็นกรอบของบทเรียนที่เป็นกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ เป็นสิ่งเร้าใหญ่ ผู้เรียนตอบสนองในลักษณะเดียวกัน จนเกิดเป็นการตอบสนองชนิดไม่มีเงื่อนไขขึ้น

1.3 การตอบสนองแบบคลาสสิก (Classical Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้  $S_1 S_2 R$  เมื่อ  $S_1$  เป็นบทเรียนกรอบที่ 1 ได้เสนอให้ผู้เรียนแล้ว จะไม่มีคำถามใหญ่ผู้เรียนตอบสนองแต่จะมีกรอบที่ 2 คือ  $S_2$  เป็นสิ่งเร้าอีกตัวหนึ่ง แล้วจึงมีคำถามใหญ่ผู้เรียนตอบ

2. การเสริมกำลัง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนแสดงอาการตอบสนอง ผู้ฝึกสามารถให้สิ่งเร้าบางอย่างที่อาจเปลี่ยนอัตรากำลังใจตอบสนองหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ ถ้าเปลี่ยนอัตราการตอบสนองเรียกสิ่งเร้าใหม่นั้นว่า ตัวเสริมแรง (Reinforcement) ตัวเสริมแรงที่นำมาใช้ได้ง่ายที่สุด คือ การรู้ผล (Knowledge of Result) บทเรียนแบบโปรแกรมได้นำการรู้ผลมาเป็นตัวเสริมแรง ในคำถามแต่ละกรอบจะมีคำตอบเฉลยไว้ให้ เมื่อนักเรียนตอบสนองแล้ว เขาสามารถรู้ได้ว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด เป็นการเสริมแรงทันทีทันใด

3. การหยุดตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองนั้นมีการเสริมแรงแล้วมีอัตราการตอบสนองสูง เราอาจลดอัตราการตอบสนองให้ลงมาอยู่ในระดับเดิมได้ โดยไม่เสริมแรงการตอบสนองนั้น ดังนั้น การตอบสนองจะค่อย ๆ ลดความสำคัญลง จนกระทั่งในที่สุดจะไม่มี ความสำคัญ ไม่มีความหมาย และไม่มีการเรียนรู้อีกต่อไป ในบทเรียนแบบโปรแกรมการตอบสนองที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียนจะลบเลือนไปเพราะไม่ได้รับการเสริมแรง

4. การคัดรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้บางอย่าง ซับซ้อนมากมักจะประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป และแต่ละขั้นก็จะไม่เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ กรรมวิธีที่จำเป็นคือการรู้ลำดับขั้นสุดท้าย และค่อย ๆ เสริมแรงทีละขั้น หาก

มีการเสริมแรงทันทีที่การ เรียนรู้ก็จะเกิดขึ้นได้ จากหลักจิตวิทยาอันนี้ได้นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น ส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่ากรอบ แล้วให้ผู้เรียนเรียนไปที่ละขั้นทีละกรอบที่เรียงกันอยู่อย่างมีระเบียบจนกระทั่งถึงจุดหมายที่ต้องการ



### หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เอ็ดเวิร์ด บี ฟราย ได้ให้หลักเพื่อพิจารณาในการจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนี้<sup>7</sup>

1. ตัวผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถทางการเรียน ประสบการณ์เดิม ระดับการศึกษา รวมถึงความต้องการของผู้เรียนด้วย เพื่อนำมาใช้ประกอบการเขียนบทเรียน
2. ผลที่ต้องการ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเริ่มต้นด้วยการ เขียนวัตถุประสงค์ในการสอนก่อนว่าต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร บทเรียนจะต้องไม่สอนผู้เรียนนอกเหนือจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่น้อยกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกันถ้าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ไม่ชัดเจน ผลที่ออกมา ก็ไม่สามารถจะประเมินได้ว่าประสบความสำเร็จเพียงใด
3. เนื้อหาวิชา เมื่อตั้งวัตถุประสงค์ในการสอนแล้ว ต่อมาจะต้องพิจารณาเนื้อหาวิชา โดยปกติควรมีการเขียนขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหาวิชาอย่างคร่าว ๆ ก่อน จากนั้นจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วนย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาเขียนเป็นกรอบตามลำดับก่อนหลัง ระวังอย่าให้มีกรกระโดดข้ามขั้นและให้พิจารณาเรื่องเวลาในการเรียนด้วย
4. วิธีสอน วิธีการสอนควมบทเรียนแบบโปรแกรมเป็น เพียงวิธีการสอนวิธีหนึ่งเท่านั้น ก่อนจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องใด ควรได้พิจารณาว่ามีวิธีสอนอื่นดีกว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ จะใช้บทเรียนนี้สอนใหญ่เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือจะใช้บทเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริม หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น เหล่านี้ควรพิจารณาก่อนสร้างบทเรียน

<sup>7</sup>Edward B. Fry, op.cit., pp.38-41.



5. ค่าใช้จ่าย ก่อนจะสร้างบทเรียน ควรพิจารณาว่าสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด การที่เสียไปคุ้มหรือไม่

6. แบบของบทเรียนแบบโปรแกรม การจะสร้างบทเรียนควรดูว่าควรเลือกสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใดจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ตัวผู้เรียน และวัตถุประสงค์ของการ

วิททิช และ ชุลเลอร์ (Wittich and Schuller) ให้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนี้<sup>8</sup>

1. แต่ละกรอบจะนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน มีคำถามหรือคำสั่งให้นักเรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง

2. ต้องมีการแจ้งผลการตอบสนองทันที เพื่อเป็นการเสริมแรง ในกรณีที่นักเรียนตอบผิดก็ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ตัว และปรับปรุงการตอบสนองของตนจนกว่าจะถูก

3. นักเรียนแต่ละคนสามารถจะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามอัตรากำลังความสามารถเฉพาะบุคคล และเป็นอิสระจากคนอื่น ๆ

4. บทเรียนแบบโปรแกรมต้องมีการจัดลำดับตามหลักตรรกวิทยาจากง่ายไปหายาก

นอกจากนี้ สกินเนอร์ และฮอลแลนด์ ได้ให้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดให้เติมคำตอบ ไว้ดังนี้<sup>9</sup>

1. ให้การเสริมแรงทันทีที่ผู้เรียนตอบสนองทุกครั้ง

2. บทเรียนต้องเป็นแบบที่ให้ผู้เรียนตอบสนองออกมาอย่างเห็นได้ชัด

<sup>8</sup>Walter Arna Wittich and Charles Francis Schuller, Audiovisual Materials Their Nature and Use (Tokyo : John Weatherhill, 1968), p. 513.

<sup>9</sup>Edward B. Fry, op.cit., pp. 48-49.

3. ใหญ่เรียนมีโอกาสตอบถูกให้มากที่สุด เพราะการตอบผิดจะทำให้ใหญ่เรียนเบื่อและขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
4. เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงตามลำดับชั้น ผู้เรียนจะเรียนติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ทีละชั้น
5. คอย ๆ ซักสิ่งๆ ที่ช่วยใหญ่เรียนเดาคำตอบได้ เพราะถ้าผู้เรียนเดาก็จะไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง
6. ความคุมพฤติกรรมของผู้เรียน ทำให้ใหญ่เรียนสนใจ จดจ่ออยู่ที่การตอบสนองในบทเรียนเท่านั้น
7. การฝึกให้จำแนกอย่างชัดเจน จำเป็นต้องมีเพื่อใหญ่เรียนเกิดมโนทัศน์
8. ผู้เรียนจะต้องเขียนคำตอบของตนเองลงในบทเรียน

### เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

1. เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมของอีแวนส์ โฮมมและเกลเซอร์ (Evans, Homme and Glaser) (1960)<sup>10</sup>

เป็นเทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ซึ่งอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ เช่นเดียวกับแบบของ สกินเนอร์ และ ฮอลแลนด์ แต่มีวิธีการสร้างที่ซับซ้อนมากกว่า ในการสร้างจะแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 2 พวกคือ

1. ส่วนที่เป็นกฎเกณฑ์ของเนื้อหาที่จะเรียน (Rules to be learned)  
ใช้ตัวย่อ  $RU_s$  แทน
2. ส่วนที่เป็นตัวอย่างของกฎ (Examples or illustrations) ใช้ตัวย่อ  $EG_s$  แทน

<sup>10</sup> Edward B. Fry, op.cit., pp.53-58.

ดังนั้นการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้จึงเรียกกันว่า "The Rule System" ซึ่งมีวิธีการสร้างตามลำดับขั้นดังนี้

1. วางวัตถุประสงค์เฉพาะ ของเนื้อหาวิชาที่จะเขียนบทเรียนให้ชัดเจน
2. เขียนกฎเกณฑ์ (RU<sub>s</sub>) ที่จะต้องเรียนเป็นข้อ ๆ และแต่ละข้อไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกัน
3. รวบรวมเนื้อหาจากแบบเรียนและหนังสือต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้สร้างกฎเกณฑ์ (RU<sub>s</sub>) และตัวอย่าง (EG<sub>s</sub>) ประกอบในการเขียนกรอบ
4. จัดเรียงกฎเกณฑ์ที่ได้ตามลำดับความยากง่าย เพื่อวางขอบเขตของบทเรียนอย่างหยาบ ๆ เสียขั้นหนึ่งก่อน
5. สร้างตารางเมทริกซ์ของกฎ (RU - Matrix) โดยสร้างเป็นตอน ๆ ตามเนื้อหาในเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ อาจมีกฎเพียง 2 ข้อ บางตอนกฎในตารางเมทริกซ์อาจมีถึง 4 หรือ 5 ข้อ ก็ได้ การสร้างตารางเมทริกซ์นี้จะช่วยให้ผู้สร้างบทเรียนวางแนวความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์เหล่านั้น ได้อย่างดี และมีประโยชน์ต่อการจัดเรียงกรอบในบทเรียนได้ตามลำดับที่เหมาะสม

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. นอกจากการสร้างตารางเมทริกซ์ของกฎแล้ว ผู้เขียนยังต้องสร้างตารางเมทริกซ์ของตัวอย่างด้วย เพื่อเตรียมตัวอย่างต่าง ๆ มาประกอบกับกฎที่ได้ตั้งไว้เพื่อใช้ในการเขียนกรอบแต่ละกรอบ

7. เรียงลำดับเซลล์ (Cells) ของตารางเมทริกซ์ โดยเขียนตัวเลขกำกับในตาราง การเรียงลำดับตัวเลขนี้ต้องเรียงตามลำดับที่จะเขียนในบทเรียน โดยปกติ

แล้วเซลล์ในเมทริกซ์ตามแนวเส้นทะแยงมุม ซึ่งเป็นค่าจำกัดความของกฎ มักจะใช้เป็นลำดับต้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความรู้อย่างเบื่องต้นเสียก่อน

8. เมื่อทราบลำดับของหน่วยที่จะเขียนในบทเรียนแล้ว ก็เริ่มลงมือเขียนกรอบโดยใช้ตารางของกฎ และตารางของตัวอย่างประกอบการเขียน ซึ่งการเขียนกรอบของบทเรียนนี้มีเทคนิคในการผสมผสานกฎ และตัวอย่างหลายแบบด้วยกัน ตามความเหมาะสมของหลักการสอน ซึ่งมีสัญลักษณ์แทนวิธีการเสนอเนื้อหาแบบต่าง ๆ ดังนี้

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| RU = กฎ                            | $\tilde{RU}$ = กฎที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์   |
| EG = ตัวอย่าง                      | $\tilde{EG}$ = ตัวอย่างที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์   |
| 1) RU + EG + $\tilde{EG}$          | ใช้เป็นกรอบเริ่มต้นที่ดีที่สุด โดยให้ผู้เรียนทำตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ให้ถูกต้อง  |
| 2) RU + $\tilde{RU}$               | ใช้ได้เมื่อต้องการให้ผู้เรียนได้สังเกตและเรียนรู้ศัพท์เฉพาะที่มีอยู่ในกฎนั้น ๆ เพราะผู้เรียนจะได้สังเกตกฎที่ไม่สมบูรณ์จากกฎที่ให้ไว้สมบูรณ์แล้ว |
| 3) RU + $\tilde{EG}$               | เริ่มลดตัวอย่างเพราะได้ให้ไว้เพียงพอแล้ว เป็นการทดสอบความเข้าใจของตนเองในการเรียนด้วย   |
| 4) EG + $\tilde{RU}$               |   |
| 5) $\tilde{RU}_1$ + $\tilde{RU}_2$ | ใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบกฎ 2 กฎ   |
| 6) $\tilde{EG}_1$ + $\tilde{EG}_2$ |   |
| 7) $\tilde{\tilde{EG}}$            | หมายถึงตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์เลย ผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์ ใช้เป็นกรอบทดสอบได้คือ   |
| 8) $\tilde{\tilde{RU}}$            | หมายถึงกฎที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์ ใช้เป็นกรอบสุดท้ายเหมาะสมมาก เช่น "กฎของนิวตัน คือ -----"                                   |
| 9) $\overline{EG}$                 | หมายถึงตัวอย่างที่ให้ความหมายตรงข้ามกับตัวอย่างจริง ๆ ในบางครั้งตัวอย่างแบบนี้ก็ใช้ได้ผลดีเช่นกัน   |

9. รวบรวมกรอบต่าง ๆ เพื่อจัดทำเป็นบทเรียน โดยอาศัยหลักการเรียงลำดับกรอบจากตัวเลขในตารางเมทริกซ์

10. นำบทเรียนที่เรียบเรียงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นในแต่ละส่วนของบทเรียน ถ้าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่แสดงไว้ได้

11. นำบทเรียนมาปรับปรุงขอบกรอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผู้เรียนเป็นเครื่องพิจารณา ขอความใดที่ทำให้ผู้เรียนเคาคำตอบได้ให้แก้ไขหรือตัดออก เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้

12. ทดลองแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้จนกว่าจะใช้ได้ตามวัตถุประสงค์จึงจะเป็นบทเรียนที่ดีได้

## 2. เทคนิคการสร้างบทเรียนชนิดใหญ่เรียนสร้างคำตอบเอง

บทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองนี้ จะมีรูปประโยคที่ไม่เต็มความ มีช่องว่างเว้นไว้ให้ผู้เรียนเติมคำ หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์และถูกต้อง โดยจะไม่มีตัวเลือกของคำตอบให้ผู้เรียนเลือกผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ตนมีอยู่มาตอบเอง

ลักษณะเบื้องต้นของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองมีอยู่ 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเรียกว่ากรอบตั้งต้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นกรอบฝึกหัด ซึ่งมีอย่างน้อยหนึ่งกรอบ แต่จะมีกี่กรอบก็ได้ แล้วแต่ความจำเป็นที่ผู้เรียนได้ฝึกหัดไปจนกระทั่งถึงขั้นความสามารถที่ต้องการ กรอบตั้งต้นแต่ละกรอบอาจจะให้ดู ควรตามด้วยกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ

ลำดับขั้นแต่ละตอนของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองอาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน

1. กรอบตั้งต้น (Set frame) เป็นกรอบที่มีข้อความรู้ใหญ่เรียนศึกษาแล้วให้ผู้เรียนตอบ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้สำหรับจะไขคำตอบก่อนที่จะถึงกรอบนี้ก็ได้ แต่ผู้เรียนจะสามารถอนุมานคำตอบจากข้อมูลที่อยู่ในกรอบนั้นเอง กรอบนี้จะเป็นหน่วยที่สมบูรณ์โดยตัวเอง ไม่ต้องขึ้นอยู่กับข้อความรู้ที่ผ่านมาก่อน อันนี้เป็นลักษณะของกรอบตั้งต้นโดยทั่วไป

2. กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดสิ่งที่เขาเรียนรู้หรือเกี่ยวกับความรู้ที่พบมาจากกรอบตั้งต้น ข้อสำคัญสำหรับกรอบฝึกหัดคือควรให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเฉพาะขอความรู้ที่เรากำหนดให้ผู้เรียนตอบในกรอบตั้งต้นใดถูกต้องเท่านั้น จะเห็นว่า กรอบฝึกหัดจะมีขึ้น โดยลำพังไม่ได้ ต้องขึ้นอยู่กับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วในกรอบก่อน

3. กรอบสุดท้าย (Terminal frame) โดยปกติกรอบของบทเรียนจะเรียงจากง่ายไปหายาก ในกรอบสุดท้ายผู้เรียนจะได้รับการนำทางหรือการชี้แนะ น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย และผู้เรียนจะต้องตอบสนองด้วยตนเอง จะเห็นว่าในกรอบสุดท้ายนี้จะมีสิ่งเร้าให้น้อยที่สุด แต่ต้องการให้ตอบสนองมาก ซึ่งตรงข้ามกับกรอบตั้งต้นซึ่งมีสิ่งเร้ามาก แต่ต้องการตอบสนองเพียงเล็กน้อย

4. กรอบรองกรอบสุดท้าย (Sub-terminal frame) ในการสร้างบทเรียนแบบให้ผู้เรียนตอบเองนี้ กรอบสุดท้ายจะถูกสร้างขึ้นก่อน แล้วจึงมาสร้างกรอบรองกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายจะเป็นกรอบที่นำไปสู่กรอบสุดท้าย เป็นกรอบที่ให้ความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้สนองตอบในกรอบสุดท้ายใดถูกต้อง กรอบรองกรอบสุดท้ายกรอบแรก จะมีข้อความรสนวนหนึ่งที่จะนำไปใช้ในกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายที่อยู่ถัด ๆ ไปก็สะสมข้อความรสนวนไป กรอบเหล่านั้นจะสร้างคำต่อคำ หัวข้อต่อหัวข้อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งผู้เรียนบรรลุถึงขั้นความสามารถที่จะสนองตอบกรอบสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง

### 3. เทคนิคการเขียนกรอบ

การเขียนกรอบนั้นเป็นงานด้านเทคนิคที่ยากและต้องใช้เวลามาก บุคคลที่เคยมีประสบการณ์ในการเขียนกรอบมาก่อน จะมีความเห็นพ้องกันว่า ขั้นตอนที่ยากมากที่สุดในขบวนการทั้งหมดก็คือ การลงมือเขียนกรอบนี้เอง<sup>11</sup>

<sup>11</sup> O.S.Dewal, "On Writing Frames," A Handbook of Programmed Learning, Indian Association for Programmed Learning Baroda - 2 (Gamdi - Anand, Gujarat State, India : Anand Press, n.d.), p.29.

กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมควรมีลักษณะดังนี้<sup>12</sup>

1. ในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีเนื้อหาวิชาซึ่งแบ่งเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ ที่จะนำไป  
เกิดความรู้อย่างเข้าใจในหน่วยย่อยที่อยู่ในกรอบถัดไป
2. เนื้อหา และคำอธิบายนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
3. จะต้องหาทางทำให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิผลให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
4. การเขียนเนื้อหาในแต่ละกรอบควรให้พาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษา  
มาก่อนแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนแล้วไปในตัว
5. ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องทันที เพื่อเป็นการเสริมแรง

เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละกรอบ ต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลัก  
ภาษา และการใช้ภาษา หากจะต้องใช้คำศัพท์ควรเป็นคำศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของ  
ผู้เรียน เนื้อเรื่องจะต้องถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบ

กรอบบางกรอบอาจไม่ต้องการคำตอบ เช่น การแนะนำบทเรียน หรือวิธีทำบท  
เรียน หรืออธิบายเนื้อหา ที่จะ เป็นพื้นฐานสำหรับกรอบต่อไป โดยยังไม่ต้องการคำตอบก็ได้

ดีแวล (O.S. Dewal) ให้เทคนิคการเขียนกรอบไว้ดังต่อไปนี้<sup>13</sup>

กรอบแต่ละกรอบโดยปกติจะแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

1. ตอนที่ เป็นสิ่ง เรา
2. ตอนที่ เป็นการตอบสนอง
3. ตอนยืนยันคำตอบซึ่งเรียกกันว่าตอน เผลยคำตอบที่ถูกต้อง

กรอบบางกรอบอาจจะเสนอแต่สิ่งเรา โดยไม่ต้องการการตอบสนอง การเสนอ

<sup>12</sup>C.A.Thomas, "The Writing of Frame," Programmed Learning in Perspective, (Chicago: Educational Methods, Inc., 1964), p.66.

<sup>13</sup>O.S.Dewal, op.cit., pp.32-38.

สิ่งเราเป็นจุดสำคัญของการเขียนบทเรียน ถ้าสิ่งเราถูกเสนออย่างเหมาะสมก็จะสร้างพฤติกรรมที่ต้องการได้ การเสนอสิ่งเราอย่างคลุมเครือจะสร้างคำตอบสนองที่คลุมเครือ  
ควย

คือเวลาได้เสนอข้อควรระวังในการเขียนกรอบไว้ดังนี้

ข้อควรระวังสำหรับการเสนอสิ่งเรา

1. อย่าชี้แนะหรือนำทางผู้เรียนมากเกินไป ต้องระลึกไว้ว่าการชี้แนะนำทางมากเกินไปจะมีข้อเสียมากเท่า ๆ กับการชี้แนะนำทางที่น้อยเกินไป
2. อย่าใส่ข้อความที่ไม่จำเป็นหรือคำพูดที่วกวน
3. อย่าใส่คำศัพท์ซึ่งผู้เรียนไม่รู่มาก่อน ถ้าจะใช้จะต้องสอนคำนั้นเสียก่อนแล้วจึงนำมาใช้

ข้อควรระวังสำหรับตอนที่เป็นการตอบสนอง

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ต้องการต้องไม่เป็นสิ่งไรสาระหรือไม่อยู่ในประเด็น
2. ควบคุมคำตอบให้อยู่ในวงจำกัดอย่าให้มีคำตอบได้หลายคำตอบ คำตอบสนองที่ขาดการควบคุม อาจแก้ไขได้โดยการให้สิ่งเราที่เหมาะสม
3. คำตอบสนอนั้นผู้เรียนจะตอบได้ก็ต่อเมื่อเกิดความเข้าใจที่แท้จริงแล้ว คำตอบที่ได้โดยไม่ต้องคิดจะไม่เกิดการเรียนรู้เลย
4. พิจารณามีคำตอบที่ประหยัดหรือไม่ แทนที่จะให้เขียนอย่างเต็มความควรให้ผู้เรียนบันทึกในรูปสัญลักษณ์แทน



ขอควรระวังในการเฉลยคำตอบ

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ถูกต้องใดกำหนดให้ไว้แล้วในที่ ๆ เหมาะสม
2. ถ้าต้องการคำตอบที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ และลำดับของคำตอบไม่เป็นสิ่งสำคัญให้บอกผู้เรียนว่า เขาสามารถบันทึกคำตอบลำดับอย่างไรก็ได้
3. ถ้าผู้เรียนให้คำตอบสนองที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำตอบที่เฉลยไว้ก็ควรบอกให้เขาทราบว่าคำตอบของเขาเป็นที่ยอมรับด้วย

### การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน การหาประสิทธิภาพของบทเรียน และการทดลองสอนเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในชั้นเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับนักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีดังนี้

ในปี พ.ศ.2507 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการได้วิจัยเรื่อง "ประสิทธิผลของการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนนักเรียนไทย" โดยการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้น กรมวิชาการ ร่วมกับครูคณิตศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมจำนวนหนึ่ง ช่วยกันสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นม้วนกระดาษใช้กับเครื่องสอนอย่างง่ายฯ และทดลองใช้ครั้งแรกเมื่อต้นปีการศึกษา 2507 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ หนึ่ง ของโรงเรียนบางแห่งในจังหวัดพระนคร-ธนบุรี แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มแจกจ่ายไปทดลองตามโรงเรียนต่าง ๆ จากนั้นก็นำผลการทดลองที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้นสอนนักเรียนไทยที่มีสติปัญญาปานกลาง ได้ผลและถ้าหากครูช่วยเหลือแนะนำบ้างแล้ว

บทเรียนเล่มนี้ก็อาจใช้ประกอบการสอนของครูได้<sup>14</sup>

ในปี พ.ศ.2514 พลรัตน์ ลักษณ์ยานาวิน ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิต โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตที่ผลิตโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การบวกลบ คูณหาร พีชคณิต บทเรียนมี 259 กรอบทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนวัดธาตุทอง และโรงเรียนวชิรธรรมสาธิต โรงเรียนละ 60 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มแรกให้เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม โดยมีครูคอยช่วยเหลือเป็นรายบุคคล กลุ่มที่สองให้เรียนจากครู โดยใช้บทเรียนธรรมดาประกอบ ใช้เวลาเรียน 5 ชั่วโมงเท่ากัน ผลการทดลองปรากฏว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมดา<sup>15</sup>

ปี พ.ศ.2518 จิตรา โสภาสทิพากร ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ สอง โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เป็น 96.52/84.64 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่ปรากฏว่า คะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง<sup>16</sup>

<sup>14</sup> กระทรวงศึกษาธิการ, บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา (พระนคร:โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 50-51.

<sup>15</sup> พลรัตน์ ลักษณ์ยานาวิน, "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514) (อัครสำเนา.)

<sup>16</sup> จิตรา โสภาสทิพากร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อัครสำเนา.)

ปรีปรีตี ฉิมแจ่ม ไคว้จัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติในชั้นเรียนโดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนวัดสระเกษ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05<sup>17</sup>

วาณี ศรีศิริพิศาล ไคว้จัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องจำนวนเชิงซ้อน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมและหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โรงเรียนสหพานิชย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.74/88.68 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นแล้ว ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น<sup>18</sup>

วิทยา ศรีเสวีวรรณ ไคว้จัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม

<sup>17</sup>ปรีปรีตี ฉิมแจ่ม, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อัครสำเนา.)

<sup>18</sup>วาณี ศรีศิริพิศาล, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อัครสำเนา.)

โดยไชบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ออกทดลองสอน เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยไชบทเรียนแบบโปรแกรมกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน<sup>19</sup>

สุลัดดา ไชยบุตร ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.58/88.48 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01<sup>20</sup>

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยไชบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แล้วนำไปทดลองสอน เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนกบินทร์วิทยา อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 70 คน ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมและนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

<sup>19</sup>วิยดา ศิริเสรีวรรณ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยไชบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อัคราเน.)

<sup>20</sup>สุลัดดา ไชยบุตร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อัคราเน.)

ที่ระดับความเชื่อมั่น .05<sup>21</sup>

### การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ

ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก และได้มีการวิจัยเรื่อย ๆ มาจนถึงปัจจุบัน สำหรับในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวเฉพาะการวิจัยที่น่าสนใจและตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ. 1970-ค.ศ. 1975 ซึ่งแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

#### 1. การวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

มอนทีมูโร (Montemuro) ได้ทดลองเปรียบเทียบวิธีสอน 3 วิธี โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "Latin Square Design" วิธีการสอน 3 วิธีที่กล่าวนี้มีดังนี้

1. โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม
2. โดยใช้ Audio-Projected
3. โดยการบรรยายตามปกติ

ผลปรากฏว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประหยัดเวลามากที่สุด และนักเรียนชอบเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมมากที่สุด แต่การสอนทั้งสามแบบก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้<sup>22</sup>

<sup>21</sup> สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (ปริญา นิตนุกรมศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อัคราเนา.)

<sup>22</sup> Michael Paul Montemuro, "A Comparative Analysis of Three Modes of Instruction Programmed Text, Audio-Projected Program and Lecture - Demonstration," Dissertation Abstracts, XXXI (June, 1971), 6312-A.

วิลเลียมส์ (Williams) ได้ทดลองเปรียบเทียบวิธีสอน 3 แบบ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีสอนดังนี้

กลุ่มที่ 1 สอนแบบธรรมดา ครูบรรยาย สาธิต อภิปราย ชักถาม และทำงานในห้องเรียน

กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน

กลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์

วิชาที่ใช้ทดลองเป็นวิชาคณิตศาสตร์ธุรกิจ ในการสอนทุกกลุ่มใช้ครูคนเดียวกัน ใช้เวลาเท่ากันและทำงานเท่ากัน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน และกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบธรรมดา และกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน<sup>23</sup>

เกอร์เบอร์ (Gerber) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอน เรื่อง การสรุปพาดพิงเชิงตรรกวิทยา (Logical Inferences) โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ที่มีข้อความสามารถในการเรียนการเขียนพิสูจน์ (Proof writing) เขาศึกษาองค์ประกอบ 3 อย่างคือ

1. การสรุปพาดพิงเชิงตรรกวิทยาจะสอนได้ดีโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือสอนตามปกติในชั้นเรียน
2. นักเรียนที่มีความสามารถสูงและมีความสามารถต่ำ กลุ่มไหนเรียนได้ดีกว่ากัน
3. การใช้เรขาคณิตและพีชคณิตเป็นตัวอย่างในบทเรียนแบบโปรแกรม กับการใช้ตัวอย่างเป็นเรขาคณิต และตัวอย่างอื่น ๆ ที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ในบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างไหนจะได้ผลดีกว่ากัน

<sup>23</sup>Harold Henry Williams, "An Experiment in Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXXIII (December, 1972), 2700-A.

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนในวิทยาลัย จำนวน 101 คน ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนที่เรียนการสรุปภาคพิงเชิงตรรกวิทยาโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม สามารถเรียนการเขียนพิสูจน์ได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติในชั้นเรียน แต่ทั้งสองกลุ่มก็สามารถเรียนการเขียนพิสูจน์ได้ดีขึ้น

2. กลุ่มที่มีความสามารถสูงและต่ำ สามารถเรียน การเขียนพิสูจน์ได้ดีขึ้นทั้งสองกลุ่ม หลังจากที่ได้เรียนการสรุปภาคพิงเชิงตรรกวิทยาแล้ว

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งมีตัวอย่างเป็นเรขาคณิตและพีชคณิต กับ กลุ่มที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งมีตัวอย่างเป็นเรขาคณิตและตัวอย่างอื่นที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ จะมีผลการเรียนการเขียนพิสูจน์ไม่แตกต่างกัน<sup>24</sup>

2. การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อน

ไวท์ (White) ได้วิจัย การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ ระดับวิทยาลัย โดยทดลองกับนักเรียนซึ่งมีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา วิธีการทดลองใช้การเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมทำคะแนนในเรื่องการคำนวณได้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ แต่ในการแก้ปัญหาโจทย์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน<sup>25</sup>

วีเบอร์ (Weber) ได้ทดลองสอนคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย กับนักเรียนที่จะต้องเรียนซ่อมในวิชานั้น โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ทั้งสองกลุ่มจะใช้บทเรียนแบบ

<sup>24</sup>Homer C. Gerber, "An Investigation of the Effects of Programmed Instruction in Logical Inferences upon College Students' Ability to Learn Proof Writing," Dissertation Abstracts, XXXIV (February, 1974), 4908-A-4909-A.

<sup>25</sup>Charles Colven White, "The Use of Programmed Text for Remedial Mathematics Instruction in College," Dissertation Abstracts, XXX February, 1970), 3373-A.

โปรแกรมเป็นอุปกรณ์การสอน แต่ละกลุ่มหนึ่งจะได้รับการสอนเป็นรายบุคคลจากครู และอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการบรรยาย อภิปราย ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายก็ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน<sup>26</sup>

### 3. การวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ชูลล์ (Shull) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงกับชนิดสาขา และเปรียบเทียบว่าชนิดไหนมีการสงวนความจำ (Retention) มากกว่ากัน โดยทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า จากการสอบหลังจากเรียนบทเรียนเสร็จใหม่ ๆ นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาทำคะแนนได้สูงกว่า และผลจากการสอบโดยเว้นระยะ 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ<sup>27</sup>

เลนจ์ (Lange) ได้ศึกษาถึงผลของการชี้แนะในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมแบบสร้างคำตอบเอง ชนิดที่ไม่มีการชี้แนะเลย
- กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมแบบสร้างคำตอบเอง ที่มีการชี้แนะ 20 %
- กลุ่มที่ 3 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมแบบสร้างคำตอบเอง ที่มีการชี้แนะ 40 %

<sup>26</sup>Walter Irving Weber, "A Comparative Study of the Effectiveness of Two Methods of Instruction Utilizing Programmed Materials in a College Remedial Mathematics Course," Dissertation Abstracts, XXXI (February, 1971), 3911-A.

<sup>27</sup>Howard Issac Shull, "A Comparison of Learning and Retention of Information Learned through the Use of Small Step (Linear) Programmed Instruction and Large Step (Branching) Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXX (June, 1970), 5266-A.





ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ไม่มีการชี้แนะ และที่มีการชี้แนะ 40 % มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีการชี้แนะ 20 % โค้ดคะแนนต่ำสุด เสนอ ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบเอง ควรหลีกเลี่ยงการเขียนที่มีการชี้แนะเพียงเล็กน้อย เพราะจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร<sup>28</sup>

โทเบียส (Tobias) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาสลับข้อไปมา กลุ่มหลังเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาอย่างสมเหตุสมผล บทเรียนแบบโปรแกรมมี 2 ชุด คือ ชุดแรกเป็นเนื้อหาที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน ชุดที่ 2 เป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียน ผลปรากฏว่าสำหรับบทเรียนที่นักเรียนไม่คุ้นเคย การเรียงลำดับเนื้อหาจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับบทเรียนที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน การเรียงลำดับเนื้อหาไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน<sup>29</sup>

#### 4. การวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

เนลสัน (Nelson) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นรายบุคคลและการเรียนเป็นคู่ โดยใช้เนื้อหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนฝึกหัดครู จำนวน 129 คน โดยแบ่งเรียนเป็นรายบุคคล 45 คน และเรียนเป็นคู่ 42 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน ทดสอบย่อยและทดสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาที่ใช้ในการเรียน

<sup>28</sup> Robert Raymond Lange, "A Study of the Effects of Backward Prompting in Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXX (February, 1970), 3194-A-3195-A.

<sup>29</sup> Sigmund Tobias, "The Effect Sequence and Familiarity with Subject Matter in Achievement from Programmed Instruction," A.V. Communication Review, XX (Fall, 1972), 346.

บทเรียน ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบโดยทั่วไป แล้ว การเรียนเป็นคู่จะได้ผลดีกว่าการเรียนเป็นรายบุคคล เป็นต้นว่า ไขประโยชน์ของ เครื่องมือในการเรียนได้มากกว่า นอกจากนี้ การเรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรม นักเรียนส่วนมากมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเป็นคู่มากกว่าการเรียนเป็นรายบุคคล<sup>30</sup>



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

<sup>30</sup>Marvin Nelson, "Individual and Paired Learning of Selected Mathematical Concepts Presented by Programmed Instruction to Pre - Service Teachers," Dissertation Abstracts, XXXVI (August, 1975), 834-A - 835-A.