

บทที่ 1

บทนำ



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในโลกปัจจุบันมากกว่าในอดีต แขนงวิชาต่าง ๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคมวิทยา ต้องการใช้หลักการคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะแขนงวิชาต่าง ๆ เหล่านี้เจริญก้าวหน้า จึงทำให้แนวการศึกษาเปลี่ยนแปลงจากอดีต<sup>1</sup> เช่น ฟิสิกส์ปัจจุบันต้องการใช้ทฤษฎีใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ นักชีววิทยาใช้ Information Theory ในการศึกษาเรื่องพันธุกรรม นักจิตวิทยาใช้ Human Behavior ใช้หลักของ Game Theory<sup>2</sup> นักธุรกิจใช้หลักการของ Operation Research ในการวางแผนการผลิตและการจำหน่ายสินค้า นักจิตวิทยาและนักสังคมวิทยาใช้หลักการของสถิติ และวิศวกรใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการคำนวณต่าง ๆ ความเจริญก้าวหน้าของแขนงวิชาต่าง ๆ ก่อให้เกิดความต้องการหลักการใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ จึงเกิดความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของโลกปัจจุบัน จากข้อความนี้จึงทำให้ผู้เขียนมีแนวความคิดที่จะพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จึงได้พิจารณาคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่อยู่ในระดับ

<sup>1</sup> กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ รายงานการสัมมนาครคณิตศาสตร์ระดับมัธยม (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2509), หน้า 1.1-1

<sup>2</sup> กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ "บทคัดย่อจาก Mathematics in Florida Secondary School a guide " รายงานการสัมมนาครคณิตศาสตร์ระดับมัธยม, (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2509), หน้า 3.6-1

อุดมศึกษาที่คิดว่าเหมาะสมกับวัยของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษามาทดลองสอน

เรื่องที่คัดเลือกได้ คือ เรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" โดยอาศัยเหตุผลดังนี้

1. เนื้อหาของเรื่องจำนวนเชิงซ้อนเป็นพื้นฐานของวิชาทฤษฎีตัวแปรเชิงซ้อน (Theory of Complex Variable) ซึ่งวิชานี้เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์แขนงต่างๆ เช่น พีชคณิต (Algebra) ตรีโกณมิติ (Trigonometry) เรขาคณิต (Geometry) คิฟเฟอเรนเชียล (Differential) อินทิเกรต (Integrate) และอนุกรมนันต์ (Infinite Series)<sup>3</sup> หลักการนี้ตรงกับรายงานของคณะผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโซเวียตที่ได้อ้างว่า การปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์แขนงต่างๆด้วย<sup>4</sup>

2. เนื้อหาของเรื่องจำนวนเชิงซ้อนที่เป็นพื้นฐานของทฤษฎีตัวแปรเชิงซ้อนนั้นไม่ยากเกินไปสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรคณิตศาสตร์ของต่างประเทศที่ได้จัดเรื่องจำนวนเชิงซ้อนไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา<sup>5</sup> และจากการศึกษาโครงการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนคณิตศาสตร์หลายโครงการ เช่น โครงการคณิตศาสตร์ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์

<sup>3</sup>Murray R. Spiegel "Theory and Problems of Complex Variables" (New York: McGraw-Hill Book Co:1964), p. 1

<sup>4</sup>กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ "บทคัดยอรายงานคณะผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโซเวียต" รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยม (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2509), หน้า 3.5-1

<sup>5</sup>กระทรวงศึกษาธิการ, เรื่องเดิม, หน้า 3.6-2

(University of Illinois Arithmetic Project ) ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์จะปรับปรุงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่สอนให้ดีขึ้น ได้สรุปผลว่า<sup>6</sup>

ก. เด็กในระดับชั้นประถมศึกษาที่มีความสามารถเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้มากกว่าที่มีอยู่ในหลักสูตรขณะนี้

ข. บางเรื่องหรือบางหัวข้อในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักคณิตศาสตร์หรือนักการศึกษาเคยคิดว่ายากเกินวัยของเด็กชั้นประถม จึงประวิงไว้เพื่อสอนในชั้นมัธยมนั้น แต่จากการวิจัยปรากฏว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาก็สามารถเรียนได้

จากโครงการนี้ทำให้ผู้เขียนคิดว่าจะนำวิธีการเช่นเดียวกันมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาได้ จึงได้นำเรื่อง"จำนวนเชิงซ้อน" ซึ่งเดิมเคยสอนในระดับอุดมศึกษามาทดลองสอนในระดับมัธยมศึกษา เพราะนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาอาจมีความสามารถในการเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้มากกว่าที่เป็นอยู่ทุกวันนี้ได้

3. เนื้อหาของเรื่อง"จำนวนเชิงซ้อน" เป็นประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาต่างๆของนักวิศวกร นักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ตัวอย่าง การนำเรื่อง"จำนวนเชิงซ้อน" ไปใช้กับความรูต่างๆ เช่น การไหลของความร้อน (Heat Flow ) ทฤษฎีความตางศักย์ของไฟฟ้า(Potential Theory) ของไหลในวิชากลศาสตร์ (Fluid Mechanics ) ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Theory ) การเคลื่อนที่ทางการบิน (Aerodynamics) ทฤษฎีการยืดหยุ่น (Elasticity Theory ) เป็นต้น<sup>7</sup> จึงเห็นว่าวิชา

<sup>6</sup> กระทรวงศึกษาธิการ, เรื่องเดิม, หน้า 3.9-1

<sup>7</sup> Murry R. Spiegel, op. cit., p.1

นี้ควรจัดไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา เพราะ ชาร์ล เอช บัทเลอร์ (Charles H. Butler)<sup>8</sup> นักการศึกษาผู้หนึ่งได้กล่าวว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาจะต้องเป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับสูงตามความต้องการของแต่ละอาชีพ เช่น จัดเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้สอดคล้องกับคณิตศาสตร์การคลัง (Mathematic Finance) คณิตศาสตร์เพิกไฟฟ้า (Mathematics for Electrician) คณิตศาสตร์เพื่อการเกษตร (Mathematics for Agriculture) เป็นต้น

4. การเรียนเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" เกี่ยวกับการคิดคำนวณที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยการคิดหาเหตุผล เพราะนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ก็จะต้องสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ได้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วย อนิยาม นิยาม และสัจพจน์ แล้วหาทฤษฎีหรือกฎต่างๆจากแบบจำลองนี้ได้<sup>9</sup> และสามารถนำแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมมาสัมพันธ์และมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้<sup>10</sup> ดังนั้นเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" จะเป็นจุดเริ่มต้นที่จะนำนักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้ฝึกหัดการคิดคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมได้เป็นอย่างดี

5. เนื้อหาของเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" จะทำให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้าง

<sup>8</sup> Charles H. Butler and F. Lynwood Wren, The

Teaching of Secondary Mathematics (New York: McGraw-Hill Inc., 1965), p. 177

<sup>9</sup> สเทพ จันทรมศักดิ์, "โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์" คณิตศาสตร์ศึกษา.

(พิมพ์ครั้งที่ 1, พระนคร: ม.ป.ท., 2517), หน้า 5-6

<sup>10</sup> Howard F. Fehr "Theory of Learning Related to the field of Mathematics" The Learning of Mathematics its Theory and Practices (Washington, D.C., 1953) p. 5

ของระบบจำนวนยิ่งขึ้น<sup>11</sup> โดยให้นักเรียนเข้าใจว่าระบบจำนวนเป็นสิ่งที่สร้างขึ้น  
ได้จากโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เช่น นักคณิตศาสตร์สร้างจำนวนตักยะ จำนวน  
อตักยะ จำนวนจริง และจำนวนจินตภาพ จากโครงสร้างของระบบจำนวน<sup>12</sup>  
การสอนให้นักเรียนเข้าใจเรื่องโครงสร้างของคณิตศาสตร์นั้นตรงกับความมุ่งหมาย  
ของการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน<sup>13</sup> เพราะการเข้าใจโครงสร้างคณิตศาสตร์จะ  
เป็นแนวทางนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาได้ (the solving process)<sup>14</sup>  
ตัวอย่าง โครงสร้างที่เป็นระเบียบของระบบจำนวน จะช่วยให้นักเรียนขจัดปัญหา  
ในเรื่องคำตอบประเภทต่าง ๆ เช่น จะใช้คน  $10\frac{1}{2}$  คน ทำงานไม่ได้เพราะคำตอบ  
แบบนี้ไม่ถูกต้องอย่างแน่นอน<sup>15</sup>

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางการศึกษามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการ  
สอน เพราะสามารถใช้เป็นสื่อกลางถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางวิชาการจากผู้  
สอนไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยในการสอนได้เป็นอย่างดี

<sup>11</sup>Charles H. Butler, F. Lynwood Wren and J. Houston Banks "The Teaching of Arithmetics" The Teaching of Secondary Mathematics (New York: McGraw-Hill Book Co., 1970) p. 193-195

<sup>12</sup>Howard F. Fehr, "ของใหม่ในการศึกษาคณิตศาสตร์" การสัมมนา ศึกษาคณิตศาสตร์ (พฤษภาคม, 2515), หน้า 43

<sup>13</sup>สุเทพ จันทรสมศักดิ์ "วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์" คณิตศาสตร์ศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1 พระนคร: 2517), หน้า 14

<sup>14</sup>Charles H. Butler, op. cit., p.83-84

<sup>15</sup>G. Matthews "พัฒนาการของคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ตอน 1" การสัมมนา ศึกษาคณิตศาสตร์ (พฤษภาคม, 2515), หน้า 24



เทคโนโลยีทางการศึกษาที่ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ บทเรียนแบบโปรแกรม เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีหลักเกณฑ์แน่นอน มีความหมายชัดเจนและเป็นวิชาที่มีเหตุผล จึงมีนักการศึกษาหลายคนเขียนบทความสนับสนุนให้เขียนบทเรียนแบบโปรแกรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ เช่น

ดร. สุภา ภูงกุล<sup>16</sup> ได้เขียนว่า วิชาที่เหมาะสมสำหรับบทเรียนแบบโปรแกรม คือ วิชาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เช่น คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บางแขนง

ดร. ประทีป สยามชัย<sup>17</sup> ได้เขียนว่า บทเรียนแบบโปรแกรมสร้างขึ้น จากวิชาที่สอนในชั้น เช่น เลขคณิต วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ไวยากรณ์ และการสะกดคำ

วรรณ เจียมทะวงษ์<sup>18</sup> ได้เขียนว่า บทเรียนแบบโปรแกรมใช้ได้กับการสอนทุกวิชา แต่ที่ได้ผลดี คือ วิชาเลขคณิต และวิทยาศาสตร์

หนังสือประมวลบทความเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ<sup>19</sup> ได้เขียนว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนั้นเป็นการเรียน

<sup>16</sup>สุภา ภูงกุล, "Programmed Instruction" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา , หน้า 64

<sup>17</sup>ประทีป สยามชัย , "บทเรียนสำเร็จรูป" ประชาศึกษา , 12(สิงหาคม 2510), หน้า 3-10

<sup>18</sup>วรรณ เจียมทะวงษ์, "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการใ้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ" (ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยการศึกษาประสานมิตร, 2515), หน้า18

<sup>19</sup>กระทรวงศึกษาธิการ,กรมวิชาการ "Programmed Instruction" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา, หน้า 205

แบบอัตโนมัติที่ขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่ว่า เนื้อหาวิชานั้นควรเป็นเรื่องที่ยุติธรรม  
แน่นอน คายตัว ไม่มีชั้นแปร เปลี่ยนแปลง เป็นความจริงที่ทุกคนยอมรับ  
เช่น กฤษฎีกาคำการบวก ลบ คูณ หารทางคณิตศาสตร์

เอ็ดเวิร์ด บี. ไฟร์ (Edward B. Fry)<sup>20</sup> ได้เขียนว่า วิชาคณิตศาสตร์  
เป็นวิชาที่นิยมในการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมมากที่สุด

พอล สัตเลอร์ (Paul Saettler)<sup>21</sup> ได้เขียนว่า บทเรียนแบบ  
โปรแกรมที่เขียนวิชาคณิตศาสตร์มีจำนวนถึง 60% ซึ่งมากกว่าวิชาอื่นๆ

นอกจากบทความที่กล่าวนี้ยังมีผลงานวิจัยอื่นๆอีกมากมายที่ได้กล่าวสนับสนุน  
ว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมให้ผลในการเรียนรู้ไม่แตกต่าง  
จากการสอนโดยครู และผลงานวิจัยบางเรื่องก็กล่าวว่า การสอนโดยใช้บทเรียน  
แบบโปรแกรมให้ผลดีกว่าการสอนโดยครู จากบทความต่างๆของนักเขียนหลายท่าน  
และผลงานวิจัยต่างๆนี้จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้เขียนใคร่จะทดลองสร้างบทเรียนแบบ  
โปรแกรมเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" ขึ้น เพราะเห็นว่างานวิจัยชิ้นนี้จะมีส่วนในการ  
นำเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ใหม่มาสอนในระดับมัธยมศึกษา แล้วยังเป็นการส่งเสริม  
ให้มีการนำแนวความคิดใหม่ๆมาช่วยในการปรับปรุงวิธีสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน  
ได้อีกด้วย

<sup>20</sup>Edward B. Fry "Priliminary Consideration" Teaching  
Machine and Programmed Instruction (New York: McGraw-Hill  
Inc., 1963), p. 113

<sup>21</sup>Paul Saettler "The Rise of Programmed Instruction"  
A History of Instructional Technology (New York: McGraw-Hill  
Book Co., 1968), p. 225

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้น
3. เพื่อนำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม
4. เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมให้แพร่หลายมากขึ้น

### สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ที่ได้สร้างขึ้นนี้จะใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนได้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ได้วางไว้ และถึงเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90/90
2. บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนบทเรียนแล้ว

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อนำความรู้ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชุดต่อไป



2. บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นอาจช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู และส่งเสริมความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล

3. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงเนื้อหาวิชาของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่สามให้ดีขึ้น

ขอบเขตและความจำกัดของการวิจัย

1. บทเรียนแบบโปรแกรมที่จะสร้างขึ้นนี้ เป็นบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สามเรื่อง จำนวนเชิงซ้อน เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียน แบบโปรแกรมนี้อยู่ในขอบข่ายการพิจารณาของผู้วิจัย โดยคัดเลือกเนื้อหาเฉพาะ ตอนที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สามปีการศึกษา 2517 ของโรงเรียน สหะพานิชย์ กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 100 คน ชาย 76 คน หญิง 24 คน ผลการเรียนในการทดลองครั้งนี้ จำกัดโดยภายใต้สภาพของนักเรียน โรงเรียนสหะพานิชย์เท่านั้น หากนำไปใช้กับโรงเรียนอื่นที่มีสภาพต่างกันผลอาจ จะแตกต่างกันไปบ้าง

3. เนื่องจากมีความขัดข้องทางด้านเวลาและความสะดวกของตัวอย่าง ประชากร การทำบทเรียนแบบโปรแกรมและการทำข้อทดสอบหลังจากเรียนบทเรียน แบบโปรแกรมจำเป็นต้องทำการติดต่อกันตลอดทั้งวัน ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีเวลาพัก บ้าง แต่ก็อาจทำให้เกิดการเมื่อยล้า ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเรียนของนักเรียนได้

4. การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างจะใช้เกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 90/90 เป็นหลักเท่านั้น

5. แบบทดสอบของบทเรียนแบบโปรแกรม ถือความแม่นยำเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความแม่นยำตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นเกณฑ์สำคัญ

## คำนิยาม

1. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ โปรแกรมการสอนที่พิมพ์เป็นหนังสือและไม่ต้องใช้กับเครื่องช่วยสอน เป็นการสอน บทเรียนในลักษณะเป็นชั้นย่อยๆ ซึ่งชั้นย่อยๆ นั้นเรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบ จะบรรจุคำอธิบายและคำถามต่อเนื่องกันและสัมพันธ์กัน ในตอนต้นจะเป็นคำถามง่ายๆ และต่อไปจะเพิ่มความยากขึ้นเรื่อยๆ แต่ไม่ก้าวเร็วเกินไปจนนักเรียนตามไม่ทัน นักเรียนจะใคร่รู้เนื้อหาวิชาของบทเรียนโดยการตอบคำถามในแต่ละกรอบ ซึ่งนักเรียน จะทราบทันทีว่าคำตอบที่ตนตอบไปนั้นถูกหรือผิด ลักษณะเด่นของบทเรียนแบบโปรแกรม คือ ใ้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองและเรียนไปตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน
2. กรอบ (Frame) คือ ส่วนย่อยๆ สั้นๆ ที่อยู่ในบทเรียนแบบโปรแกรม กรอบหนึ่งๆ จะมีหมายเลขกำกับและเขียนอักษร ก. แทนคำว่า กรอบ ดังนั้นใน บทเรียนจะเขียนคำว่า ก.1 แทนคำว่า กรอบที่หนึ่ง ก.2 แทนคำว่า กรอบที่สอง เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไปตามลำดับ
3. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program) คือ บทเรียนที่จัดใ้ผู้เรียนได้อ่านข้อความเดียว ตามลำดับเดียวกัน และข้อความแต่ละ กรอบของบทเรียนนั้นเรียงจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มศึกษาจากกรอบแรก และก้าวหน้าไปตามลำดับจนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามกรอบหนึ่ง กรอบใดไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรกๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบถัดๆ ไป บทเรียนแบบนี้ส่วนมากใช้วิธีใ้คำตอบว่าถูกหรือผิด หรืออาจใ้เติมคำในช่องว่าง โดยใ้โอกาสผู้เรียนใ้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในกรอบที่อยู่ถัดไป
4. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) คือ บทเรียนที่จัดใ้มีการเรียงลำดับข้อความในกรอบ โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของข้อความในรอบที่เป็นหลักของบทเรียนใดถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจจะถูกส่งให้ข้ามกรอบบางกรอบได้ แต่ถาผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องก็อาจถูกส่งให้เรียนข้อความในรอบอื่นๆเพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวไปเรียนกรอบต่อไป ในลักษณะนี้การเรียนจะไม่เรียงไปตามลำดับจากกรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย ผู้เรียนต้องย้อนไปย้อนมาในกรอบต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นกับความสามารถในการให้คำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียน

5. แบบทดสอบ คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นไว้วัดความรู้ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

6. ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม คือ คุณภาพของบทเรียนที่จะทำให้ผู้เรียนตอบคำถามต่างๆ ในบทเรียนให้ถูกต้องมากที่สุด และความสามารถที่บทเรียนจะสอนได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยกำหนดมาตรฐานร้อยละ 90/90 เป็นเกณฑ์

90 ตัวแรก หาได้โดยการนำคำตอบในบทเรียนที่นักเรียนแต่ละคนทำถูกมารวมกันเพื่อหาจำนวนคำตอบโดยเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำถูก แล้วแปลงค่าที่ได้เป็นร้อยละ

A = คำตอบทั้งหมดในบทเรียน 1 ฉบับ

C = ผลรวมของคำตอบที่นักเรียนทุกคนทำบทเรียนถูก

N = จำนวนนักเรียน

$\frac{C}{N} \times 100 =$  คะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ย เป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง ได้จากการนำคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบได้เมื่อเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้วมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด แล้วแปลงค่าที่ได้ให้เป็นร้อยละ ค่าที่ได้จะเป็นค่าของคะแนนที่นักเรียนโดยเฉลี่ยทำแบบทดสอบได้

N = จำนวนนักเรียน

S = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบถูก

T = คะแนนเต็มของบทเรียนนั้น

$\frac{S}{N} \times \frac{100}{T} =$  คะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

8. นักเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปีการศึกษา 2517  
ของโรงเรียน สหะพานิชย์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย