

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "แคลคูลัส" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนแบบโปรแกรม และการสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผล ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำมาเสนอความสำคัญดังนี้

ความหมายของคอมพิวเตอร์

ชนิดของคอมพิวเตอร์

บทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน

การสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน

บทเรียนแบบโปรแกรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศ

ความหมายของคอมพิวเตอร์

ครุฑิชิต มาลัยวงศ์ และคณะ (2527 : 8) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ว่า "คอมพิวเตอร์คือ เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถอ่านและเก็บบันทึกข้อมูล ตลอดจนรับคำสั่งเพื่อแก้ปัญหาหรือทำการคำนวณที่ซับซ้อน และยังสามารถเก็บบันทึกหรือแสดงผลที่ได้"

ทักษิณา สนวนานนท์ (2527 : 28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า

. . . คอมพิวเตอร์คือเครื่องจักรกลคำนวณชนิดหนึ่งที่ทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถจำข้อมูลและคำสั่งได้ โดยนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อน หลังจากนั้นจะปฏิบัติตามคำสั่งได้เอง ไม่ว่าคำสั่งนั้นจะสลับซับซ้อนหรือยากเพียงใด เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานแตกต่างกับเครื่องคำนวณธรรมดาที่คือ สามารถทำตามคำสั่งในหน่วยความจำได้เองโดยอัตโนมัติ ไม่ต้องคอยกดคีย์ให้บวก ลบ คูณหาร อยู่ทุกระยะเหมือนเครื่องคำนวณธรรมดา นอกจากนั้นมนุษย์ยังสามารถพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันให้สามารถปฏิบัติงานได้ด้วยความเร็วสูงมาก เครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit)

ยุพิน ไทยวัชานานนท์ (2527 : 9) กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ว่า "คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถจัดการกับสัญลักษณ์ (Symbol) ต่าง ๆ ด้วยความเร็วสูง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของโปรแกรม"

นรินทร์ เนาวประทีป และคณะ (2526 : 1 - 2) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ว่า คอมพิวเตอร์นิยมเรียกกันว่า "สมองกล" เป็นเครื่องจักรทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นมาให้มีความสามารถพิเศษ 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. สามารถทำการรับข้อมูลเพื่อคำนวณหรือเปรียบเทียบได้รวดเร็วกว่าเครื่องคิดเลขธรรมดา จึงต้องมีการบัญญัติหน่วยวัดความเร็วใหม่ เป็นหน่วยย่อยของวินาที คือ มิลลิ (Milli) ซึ่งเท่ากับ  $10^{-3}$  วินาที ไมโคร (Micro) เท่ากับ  $10^{-6}$  วินาที และนาโน (Nano) เท่ากับ  $10^{-9}$  วินาที

2. มีหน่วยความจำภายในเครื่อง (Internal Memory) สามารถรับข้อมูล (Data) และคำสั่งต่าง ๆ (Instructions) เก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) ตามลำดับก่อนหลัง และนำไปประมวลผลได้เองโดยอัตโนมัติ

3. ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Comparability) คอมพิวเตอร์มีหน่วยคำนวณและตรรก ซึ่งนอกจากสามารถทำงานคำนวณต่าง ๆ ได้แล้ว ยังสามารถทำการเปรียบเทียบได้ด้วย และสามารถทำงานตามวิธีการที่กำหนดซ้ำ ๆ กัน จนกระทั่งหมดข้อมูล

วิลเลียม มอร์ริส (William Morris 1981 : 274) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ว่า "คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้คำนวณ โดยเฉพาะเป็นเครื่องกลทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์ด้วยความเร็วสูงหรือสามารถรวบรวม เก็บ หาความสัมพันธ์หรือมีฉะนั้นก็จัดกระบวนการและพิมพ์ข้อมูลที่ป้อนรหัส โดยสอดคล้องกับโปรแกรมที่เตรียมไว้"

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์คือเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ หน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยแสดงผล ทำให้สามารถรับและแจกจ่ายคำสั่งและข้อมูลเข้าไปปฏิบัติงานและแสดงผลออกมาด้วยความถูกต้อง รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ

### ชนิดของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จำแนกออกตามขนาดได้เป็น 4 ชนิด ชนิดแรกคือ ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) ซึ่งเป็นเครื่องขนาดเล็ก บางชนิดสามารถพกติดตัวได้ บางชนิดเป็นเครื่องแบบตั้งโต๊ะ ชนิดที่สองคือ มินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer) เป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าชนิดไมโครคอมพิวเตอร์ มีราคาแพงกว่าและมีอุปกรณ์การใช้งานที่แข็งแกร่งกว่าขนาดไมโครคอมพิวเตอร์ ชนิดที่สามคือ เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframecomputer) เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่มีอุปกรณ์ประกอบมากมาย มีความเร็วในการทำงานสูง มักใช้ในหน่วยงานที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมาก เช่น

ธนาคาร บริษัท สายการบิน มหาวิทยาลัย ศูนย์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เป็นต้น ชนิดสุดท้ายคือ ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Supercomputer) เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดยักษ์ มีความสามารถสูงสุด มีราคาแพงมาก ถูกนำมาใช้ในงานด้านวิจัยวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และการทหารเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีคอมพิวเตอร์ชนิดนี้ และถ้าจะเปรียบคอมพิวเตอร์ชนิดกลาง ๆ กับยานพาหนะแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์จะเปรียบเหมือนกับรถจักรยานยนต์ มีนคอมพิวเตอร์จะเปรียบเหมือนกับรถสามล้อเครื่อง เมนเฟรมคอมพิวเตอร์จะเปรียบเหมือนกับรถกระบะ ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์จะเปรียบเหมือนกับรถบรรทุกสิบล้อ ซึ่งแต่ละชนิดก็สามารถที่จะบรรทุกสิ่งของ ได้มากน้อยตามขนาดของรถและความจำเป็นของสิ่งของที่บรรทุก (ครุชิก มาลัยวงศ์ 2527 : 24 - 27) แต่เดิมคอมพิวเตอร์ได้ถูกจำกัดการใช้เฉพาะบุคคลบางกลุ่ม เนื่องจากมีราคาแพงและมีวิธีการใช้งานที่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอมพิวเตอร์ชนิดไมโครคอมพิวเตอร์และการใช้งานสะดวกขึ้นสำหรับบุคคลทั่วไป จึงเป็นการเปิดโอกาสให้บุคคลทุกวงการได้ใช้และรู้จักคอมพิวเตอร์ (วิเศษพงษ์ รักวิเชียร 2527 : 660) และในวงการศึกษาก็สามารถที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์มาประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (บัณฑิต ณ ลำพูน 2527 : 690)

#### บทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษ

แนวนโยบายของรัฐบาลไทย ในการที่จะให้โรงเรียนต่าง ๆ ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงออกมาในลักษณะการยอมรับมากขึ้น จะเห็นได้จากการศึกษาสายอาชีพไม่ว่าอุตสาหกรรมหรือพาณิชยกรรม มีแนวโน้มการสอนและใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น การอนุญาตให้เปิดสอนวิชาคอมพิวเตอร์หลักสูตรระยะสั้น การกำหนดหลักสูตรคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตลอดจนข้อเท็จจริงในปัจจุบันที่โรงเรียนต่าง ๆ มีไมโครคอมพิวเตอร์อยู่จำนวนไม่น้อย ในความเป็นจริงแล้ว เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลาอันนาน แต่มิได้รับความสนใจที่จะนำมาใช้ในโรงเรียน อาจเป็น

ด้วยปัญหาค่าคงที่ประมาณเพราะคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างแพง แต่ปัจจุบันพบว่า เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กคือไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูก และมีศักยภาพและประสิทธิภาพไม่แพ้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก มีโปรแกรมสำเร็จรูปให้ใช้มากมาย จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นที่สนใจของวงการศึกษามากขึ้น

ไพโรจน์ ภิรมณกุล (2528 : 67 - 68) ได้กล่าวถึงการนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในโรงเรียน คือ

1. ใช้ศึกษาวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ทฤษฎีการทำงาน และการใช้งาน โดยการใช้โปรแกรมควบคุม เพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ ศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ การป้อนโปรแกรม การอ่านผลจากไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าใจและสามารถอยู่ในสังคมที่ประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการต่าง ๆ ตลอดจนเศรษฐกิจส่วนตัวและประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เสริมความสามารถในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถสร้างเสริมความรู้และทักษะจนสามารถทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้
3. ใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
4. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหาหรือทำโจทย์ในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ นักเรียนสามารถฝึกความรู้และทดสอบความรู้จากโจทย์แบบฝึกหัดและเฉลยจำนวนมากที่คอมพิวเตอร์เก็บไว้
5. ใช้คอมพิวเตอร์เสริมสร้างศิลปะและดนตรี โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิก สร้างสรรค์รูปภาพและเพลงให้นักเรียนฝึกและทดลอง ทำให้เกิดรสนิยม ทัศนคติที่ดีต่อศิลปะและดนตรี นอกจากนี้ยังอาจใช้เกมคอมพิวเตอร์สร้างการคิดแบบตรรกได้
6. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการศึกษาค้นคว้าตนเอง หรือปรับปรุงการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ชุดการสอนสำเร็จรูปบนคอมพิวเตอร์
7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน เก็บข้อมูลและผลการเรียนของนักเรียน ทำให้ครูสามารถติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมทั้งสามารถนำมาช่วยในการเลือกและจัดอันดับเนื้อหาวิชาและเลือกยุทธวิธีสอน

8. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานบริหาร งานทะเบียน งานบัญชี ของโรงเรียนและเป็นอุปกรณ์สำหรับงานบัญชีและงานสำนักงานแก่นักเรียน

จากข้อความข้างต้นจึงอาจกล่าวสรุปได้ว่าการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในกิจการของโรงเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์และการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นเครื่องช่วยสอน

#### ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน มาจากภาษาอังกฤษว่า CAI (Computer Assisted Instruction) หรือ CAL (Computer Assisted Learning) หรือ CBE (Computer Based Education) มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41 - 42) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

... คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียน การสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหา วิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชา แทนครู

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ 2528 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

... คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน วิชาต่าง ๆ ให้มนุษย์โดยการนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอน มา

บันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้เครื่องกับผู้เรียน  
 ใ้ค้คอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรม  
 สั่งงานคอมพิวเตอร์ แต่ไม่รวมถึงการสอนคนให้รู้จักวิธีใช้  
 คอมพิวเตอร์หรือว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร คอมพิวเตอร์จึงเป็น  
 เพียงเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นสื่อในการสอน

ทักษิณา สวานานนท์ (2529 : 56) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
 หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด  
 หรือการวัดผล"

เค แอล ซินน์ (K.L. Zinn 1976 : 268) ได้ให้ความหมายไว้ว่า  
 "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด  
 และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่ผู้เรียน และบางทีก็ช่วยผู้เรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยว  
 กับเนื้อหาของการเรียนการสอน"

จอห์น พรินิส (John Prenis 1977 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า

. . . คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยทำใ้  
 นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียน  
 การสอนที่ขึ้นอยู่กับคอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะ  
 ทำหน้าที่ถามคำถามใ้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียด  
 ที่ผ่านมาแล้วใ้หรือสามารถใ้การฝึกฝนซ้ำใ้แก่ผู้เรียนใ้

โดแนล ดี สเปนเซอร์ (Donald D. Spencer 1977 : 50) ได้ให้ความ  
 หมายไว้ดังนี้

. . . คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ใ้เป็น  
 กระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยใ้ลำดับขั้นตอนของการ  
 เรียนการสอนแก่ผู้เรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัครา  
 ความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของผู้เรียนเอง คอมพิวเตอร์  
 ช่วยการเรียนการสอนสามารถคอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของ  
 นักเรียนแต่ละคนใ้

ชาร์ลส์ เจ. สิปล (Charles J. Sippl 1981 : 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียนและขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกทบทวนของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด"

ดังนั้นจึงอาจกล่าวสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวิชาแทนครู หรือทบทวน ทำแบบฝึกหัดหรือวัดผล โดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ การเรียนด้วยวิธีนี้สามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ด้วย อย่างไรก็ตามหลังจากใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ครูควรจะได้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง

### การเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน

นง อารยะวิญญ (2527 : 64 - 70) กล่าวถึงหลักการเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความเหมาะสมในเนื้อหา ควรจะได้พิจารณาให้เหมาะสมกับชั้นและวัยของเด็ก คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความยากง่าย ความถูกต้องของเนื้อหา และเน้นวัตถุประสงค์ให้เด่นชัดว่าต้องการฝึกทักษะด้านใด เช่น สอนทักษะใหม่หรือทบทวน นอกจากนั้นเนื้อหาควรสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและควรเป็นตัวอย่างการปลูกฝังค่านิยมที่ดี

2. ความสะดวกในการใช้ ลักษณะของโปรแกรมที่ดีควรมีค่าชี้แจงอย่างละเอียดและชัดเจน มีคำแนะนำว่าผู้เรียนจะทรงแบบปฏิบัติอย่างไรเมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น มีคู่มือในการใช้ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม ควรมีวิธีให้ผู้เรียนสามารถกลับไปยังส่วนของโปรแกรมที่ต้องการได้

3. ความเหมาะสมเกี่ยวกับนักเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ควรเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้อันของเด็ก ทำให้น่าสนใจ สนุกสนาน

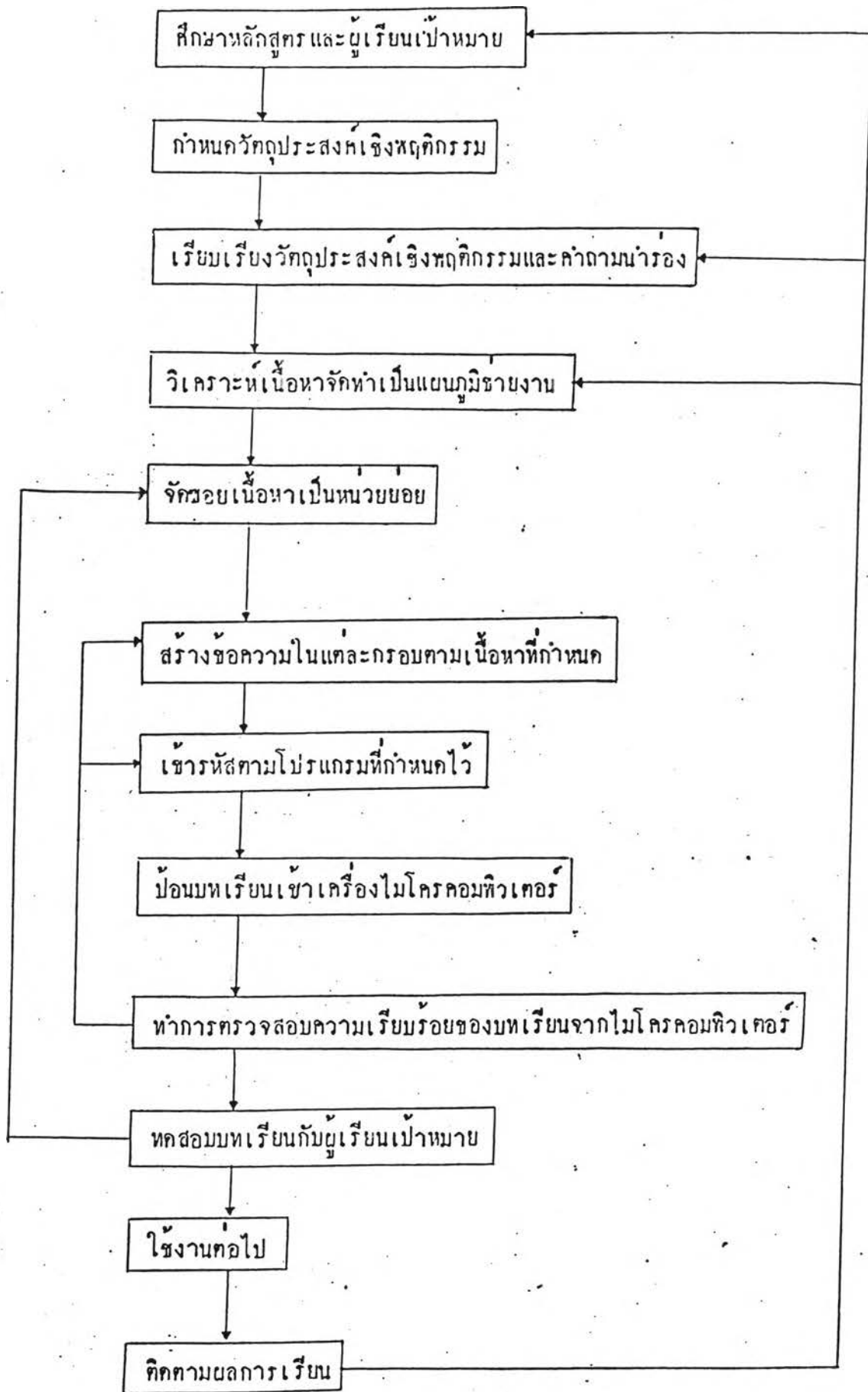


โปรแกรมที่ใช้จะคงไม่ยุ่งยากซับซ้อน เนื้อหาและกิจกรรมต้องจัดไว้อย่างเป็นระบบ ไม่ควรใช้ระยะเวลาอันเกิน และโปรแกรมนั้นจะคงช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้

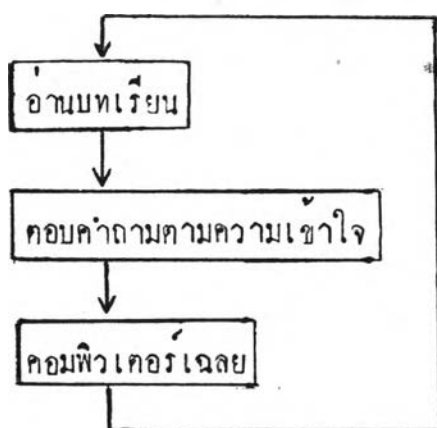
### การสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์

ไพโรจน์ ศิริพรรณกุล (2528 : 77 - 80) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ว่า เป็นกระบวนการสำคัญที่องค์การความละเอียดรอบคอบและจิตสำนึกของวิธีการระบบ (System Approach) ผู้เขียนจะคงระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้จะทำการสอนโดยไม่มีครูปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนรู้ที่ละชั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียนโดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 ต่อไปนี้

แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ยื่น กุวรพรรณ (2528 : 33 - 34) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ว่า โดยทั่วไปการสร้างบทเรียนมักจะคงให้ครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบบทเรียนในต่างประเทศได้มีวิชาที่ว่าด้วยการสร้างบทเรียนในคณะศึกษาศาสตร์ วิชาการออกแบบสคริป ครูผู้สอนสามารถนำเอาโปรแกรมสร้างบทเรียนมาใช้ในการสร้างบทเรียนเองได้ รูปแบบการสร้างบทเรียนที่ได้ทดลองแล้วแบบง่าย ได้แก่ รูปแบบการกำหนดบทเรียนตายตัว รูปแบบคังกล่าวมีแผนภูมิดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 2 แสดงรูปแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างง่าย

รูปแบบคังกล่าว เขียนเป็นโครงสร้างคามลำดับได้ดังนี้

1. แสดงบทเรียนบนจอภาพเป็นหน้า ๆ
2. แสดงคำถามบนจอภาพ
3. รอให้ผู้อ่านตอบคำถาม
4. หากตอบถูกจะแสดงความยินดีแล้ว ไปทำลำดับต่อไป
5. หากตอบผิดจะแสดงความเสียใจแล้วบอกให้กลับไปอ่านข้อความใหม่ แล้วตอบใหม่ ถ้าตอบอีกครั้ง ไม่ถูกจะเฉลย
6. แสดงบทเรียนต่อไป

#### การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน

ไคมีนักวิชาการหลายท่านให้ทัศนะเกี่ยวกับลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้มากมาย สรุปได้ว่า หากจะพิจารณาว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างไรนั้น อาจกล่าวเป็นหลายลักษณะได้ดังนี้คือ

การฝึกทักษะให้กับนักเรียน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ส่วนมากนำมาใช้ในการฝึกทักษะ ซึ่งอาจเป็นทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่าง ๆ การฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพมากหากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพ ซึ่งโปรแกรมจะมีประสิทธิภาพได้นั้นต้องอาศัยความร่วมมือของนักการศึกษาที่เข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเด็กเป็นอย่างดี กับต้องมีนักเขียนโปรแกรมที่มีความรู้ ความชำนาญในหลาย ๆ ภาษา โปรแกรมในด้านการศึกษาไม่เพียงแต่จะช่วยด้านความจำเท่านั้น แต่จะช่วยให้เด็กเรียนรู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา ถ้านักเรียนไม่พยายามคิดหาคำตอบก็จะไม่สามารถตอบคำถามนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง (นง อารยะวิญญู 2527 : 42 - 43) โปรแกรมการฝึกทักษะนั้น นักเรียนจะได้ฝึกหัดจากชุดของปัญหาซึ่งจะมีการจัดลำดับของทักษะต่าง ๆ ไว้ให้ฝึกหัด การวางตัวลงเพื่อที่จะให้เด็กนั้นเป็นไปในรูปแบบที่ประณีตและอยู่บนพื้นฐานของการตอบสนองของเด็กแต่ละคน ซึ่งเหมาะสำหรับปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าโปรแกรมการฝึกทักษะจะมีบทบาทมากขึ้นในการฝึกทักษะในวิชาต่าง ๆ แต่โปรแกรมดังกล่าวก็ไม่สามารถจะนำมาแทนการสอนของครูได้ทั้งหมด เพราะการฝึกทักษะนั้นไม่ได้เป็นการพยายามที่จะสอน แต่เป็นการรวบรวมการฝึกทักษะของบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนไปเรียบร้อยแล้ว (Peter Kelman, and Others. 1983 : 45 - 47)

การสาธิตกิจกรรมการเรียนการสอน ครูอาจใช้คอมพิวเตอร์สาธิตการเรียนการสอนซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับการสาธิตของครูนั่นเอง แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ น่าสนใจมากกว่าเพราะคอมพิวเตอร์สามารถแสดงภาพกราฟิก ทำให้มองเห็นการเคลื่อนไหวช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ในทางคณิตศาสตร์นำมาใช้ได้มาก การสาธิตที่คั่น ไม่จำเป็น ต้องสาธิตด้วยโปรแกรมที่สลับซับซ้อน โปรแกรมที่สามารถสาธิตในเรื่องที่ทองการได้เป็นอย่างดีก็นับว่าเป็นโปรแกรมการสาธิตที่ดีแล้ว

การใช้เกมเพื่อช่วยการเรียนการสอน เกมเพื่อช่วยการเรียนการสอนของคอมพิวเตอร์จะเหมือนกับเกมทั่ว ๆ ไปคือ เป็นการแข่งขันเพื่อนำไปสู่ชัยชนะ แต่จะสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้พร้อมทั้งความสนุกเพลิดเพลินไปพร้อมกันด้วย เกมเพื่อช่วยการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในหลายสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็นวิชา

คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์หรือภาษาศาสตร์ เกมจะบรรจุปัญหาไว้มากมายหลายชั้นก่อน มีลำดับความยากง่ายต่างกัน เมื่อผู้เล่นแก้ปัญหาได้แล้วก็จะเริ่มแก้ปัญหาต่อไปที่ยากขึ้น ผู้เล่นจะใช้เวลานานเท่าใดก็ได้ในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เล่นเกิดความชำนาญขึ้นแล้ว ในการเล่นเกมต่อไปจะต้องใช้เวลาอันน้อยลง เกมเพื่อช่วยการเรียนรู้การสอนจะมีคุณภาพ เพียงใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของเกม หากเกมสามารถทำให้นักเรียนบรรจุจุดประสงค์ ทั้งไว้ได้และก่อให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินก็นับว่าเป็นเกมช่วยการเรียนรู้การสอนที่มีคุณภาพ (ผดุง อารยะวิญญู 2527 : 43 - 44)

การจำลองแบบเพื่อเป็นตัวอย่างในการเรียนรู้การสอน การจำลองแบบเป็นการ เรียนแบบของจริงหรือสิ่งที่อยู่ในจินตนาการ ซึ่งบางครั้งอาจมีขนาดใหญ่เกินไปจนทำให้ไม่ สะทวักในการที่จะศึกษาหรือของบางอย่างอาจเป็นอันตรายหากเข้าไปศึกษาใกล้ชิดด้วยตนเอง จึงใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนใช้ศึกษาได้ การจำลองแบบเป็นการย่อ สภาพแวดล้อมบางอย่างให้เล็กลงแล้วให้นักเรียนเข้าไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นเพื่อศึกษาสิ่งที่จะ เกิดขึ้น ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยจำลองแบบการทดลอง และธรรมชาติบางอย่าง เช่น การชลประทาน อ่างเก็บน้ำ หรือแสดงภัยธรรมชาติ อัน เกิดจากแผ่นดินไหว น้ำท่วม และภูเขาไฟระเบิด (ผดุง อารยะวิญญู 2527 : 46)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะนำมาใช้ในหลายลักษณะ เช่น ใช้สอน บทเรียนใหม่ สอนทบทวน สอนซ่อมเสริมเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล การสร้างโปรแกรม จะต้องสร้างให้เหมาะสมกับการสอนต่าง ๆ นั้น การสอนบทเรียนใหม่ โปรแกรมที่สร้างขึ้นจะต้องละเอียดและคำนึงถึงวิธีสอนด้วย แต่ถาเป็นการสอนทบทวน อาจจะทบทวน เฉพาะแนวคิดที่สำคัญ ๆ เท่านั้น สำหรับการสอนซ่อมเสริมนั้นอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แทนครูเฉพาะบางตอน เมื่อนักเรียนขาดเรียนก็สามารถมาเรียนเป็นรายบุคคล การสอน ซ่อมเสริมนั้นอาจจะซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนอ่อน คอมพิวเตอร์จะช่วยสอนและมีคำถาม เป็นตอน ๆ ให้นักเรียนตอบ หากนักเรียนตอบได้คอมพิวเตอร์ก็จะถามคำถามต่อ ๆ ไปอีก การเรียนรู้จึงเกิดจากการที่นักเรียนพยายามที่จะคิดหาคำตอบด้วยตนเองตามความสามารถ และสติปัญญาของแต่ละคน นักเรียนอาจใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกัน การสอนวิธีนี้จึง เหมาะสำหรับการเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ให้แก่นักเรียน (ผดุง อารยะวิญญู 2527 :

### บทเรียนแบบโปรแกรม

การใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบการสอนคณิตศาสตร์นั้น สื่อการเรียนการสอนนั้นมีความหมายกว้าง สื่อการเรียนการสอนประกอบด้วยวัสดุประเภทสิ่งพิมพ์ ซึ่งได้แก่หนังสือแบบเรียน คู่มือ เอกสารประกอบการสอน จุลสาร วารสาร และบทเรียนแบบโปรแกรม นอกจากนั้นสื่อการเรียนการสอนก็ยังมีวัสดุประเภทวีซีดี วัสดุการวีดิทัศน์เคลื่อน อุปกรณ์และกิจกรรม บทเรียนแบบโปรแกรมนับว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถผลิตขึ้นมาได้ นำมาใช้สะดวก เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมจะขอกล่าวดังต่อไปนี้

#### ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2516 : 20) กล่าวถึงความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมว่า

. . . บทเรียนแบบโปรแกรมคือบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง ได้รับความรู้ตามความสามารถของตน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ จากง่ายไปยาก ในแต่ละส่วนจะบรรจุเนื้อหาแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจคำตอบได้ทันทีว่าถูกหรือผิด และเมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วจะได้ความรู้ตรงตามจุดหมายที่ผู้สร้างกำหนด

ลัดดา ศุขปรีดี (2522 : 24) ได้กล่าวถึงความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมว่า

. . . แบบเรียนโปรแกรม (Program Texts) คือ หนังสือหรือสิ่งพิมพ์ที่จัดทำขึ้นประกอบการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ด้วยการจัดเตรียมทุกสิ่งทุกอย่างในการเรียนการสอนไว้อย่างพร้อมมูลตั้งแต่จุดหมาย ขบวนการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน

กิจกรรม การวัดผลและประเมินผล ซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างจะถูกจัด  
 รายการ (Program) ไว้ให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง อัตร  
 การเรียนรู้จะเป็นไปตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ลักษณะของ  
 ประสบการณ์ที่จัดคำนึงถึงหลักสำคัญของการเรียนการสอนแบบ  
 โปรแกรมคือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน  
 อย่างจริงจัง ให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนด้วยตนเองทันที ให้  
 ได้รับการเสริมแรงเป็นระยะ ๆ และเนื้อหาต้องแบ่งเป็นตอน ๆ  
 จากง่ายไปยาก

ยฺหิณ พิพิชกุล (2524 : 138) ได้ให้ความหมายบทเรียนแบบโปรแกรมว่า

. . . เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองและ  
 ก้าวขึ้นไปตามความสามารถของตน เนื้อหาจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย  
 และเป็นขั้น ๆ จากง่ายไปสู่ยาก กรอบที่เขียนต่อเนื่องกันนั้นจะต้อง  
 คำนึงถึงวิธีสอน ที่จะให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง แต่ละ  
 กรอบจะมีคำถามและเฉลยไว้ เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนจะได้รับ  
 ความรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

เอ็ดเวิร์ด บี ฟราย (Edward B. Fry 1963 : 7) ได้ให้ความหมาย  
 ของบทเรียนแบบโปรแกรมว่า "บทเรียนแบบโปรแกรม หมายถึง โปรแกรมการสอนที่  
 เป็นหนังสือและไม่ต้องใช้กับเครื่องสอน เป็นการสอนโดยการตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนตอบ  
 ในคอนทนจะเป็นคำถามง่าย ๆ และเพิ่มความยากขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนจะเรียนได้ตาม  
 ความสามารถของเขา"

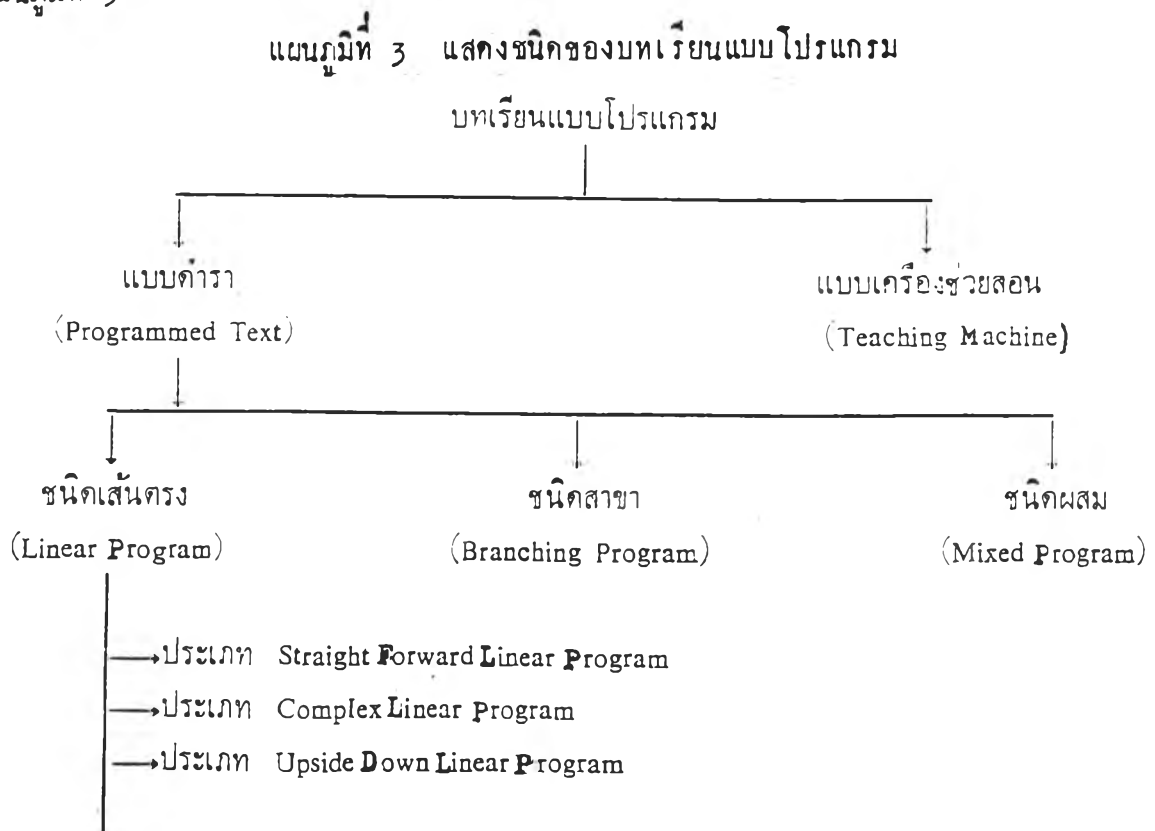
วอลเทอร์ อาร์โน วิททิช และชาร์ล ฟรังซิส สกูลเลอร์ (Walter Aryo  
 Wittich & Charles Francis Schuller 1968 : 511) ได้ให้ความหมายของ  
 บทเรียนแบบโปรแกรมว่า "บทเรียนแบบโปรแกรมคือความรู้ที่จัดให้นักเรียน โดยแบ่ง  
 เป็นส่วนย่อยเรียงตามลำดับจากง่ายไปยาก ความรู้แต่ละส่วนจะประกอบด้วยเนื้อหาวิชา

คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบ มีค่าเฉลยเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบกับคำตอบนั้น"

จากความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมดังกล่าว จึงสรุปลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมได้ดังนี้คือ เนื้อหาวิชาถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ โดยกรอบต่าง ๆ จะเรียงลำดับจากง่ายไปยากต่อเนื่องกัน ในแต่ละกรอบจะประกอบด้วยคำอธิบายหรือคำถามเพื่อให้นักเรียนมีการตอบสนอง เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้วจะทราบได้ทันทีว่าคำตอบถูกหรือผิด ถ้าตอบถูกก็จะเป็นการเสริมแรงให้เรียนรู้อีกไป ถ้าคำตอบผิดก็จะรู้ว่าผิดอย่างไรและที่ถูกต้องเป็นอย่างไร มีจุดมุ่งหมายในการสอนเพื่อจะได้ประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุถึงจุดประสงค์ในการสอนหรือไม่และผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง

### ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม

ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 302) ได้แบ่งชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม ดังแผนภูมิที่ 3





จากแผนผังดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเฉพาะบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ประเภท Straight Forward Linear Program ซึ่งนำมาใช้ในการวิจัยเท่านั้น

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เป็นบทเรียนที่จัดเรียงจากหน่วยย่อยง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากหน่วยแรกจนถึงหน่วยสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้ บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ประเภท Straight Forward Linear Program คือ โปรแกรมที่มีการเรียงข้อความลำดับในหน้าเดียวกัน คำคำถามจะมีที่ว่างเว้นไว้ให้เติมคำตอบ หรือมีคำตอบให้เลือกตอบ ส่วนเฉลยอาจอยู่หน้า ด้านหลัง ด้านบน หรือด้านล่างก็ได้ แต่ต้องอยู่ในหน้าเดียวกันกับคำตอบ หนี้ยมมักจะเอาคำตอบไว้หน้าหน้าของข้อถัดไป

แบบแผนของโปรแกรมชนิดนี้มักมีดังนี้คือ



	ก. 1 คำถาม..... ..... คำตอบ
เฉลย	ก. 2 คำถาม..... ..... คำตอบ
เฉลย	ก. 3 คำถาม..... ..... คำตอบ

## การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

เพื่อให้เข้าใจวิธีสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ประเภท Straight Forward Linear Program จะอธิบายขั้นตอนวิธีสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ดังนี้

1. หักจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าต้องการให้ผู้เรียนทราบเรื่องอะไรบ้างในบทเรียนนั้น และผู้เรียนสามารถจะแสดงพฤติกรรมออกมาอย่างไร

2. เลือกเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่訂ไว้ แบ่งเนื้อหาที่ได้ออกเป็นส่วนย่อย จากง่ายไปสู่ยาก หรือ เรียงลำดับให้สัมพันธ์กัน

3. สร้างกรอบ (Frame) โดยคำนึงถึงวิธีสอนด้วย

3.1 กรอบสอนหรือกรอบทัศน์ (Set Frame) คือกรอบที่ให้ความรู้แก่นักเรียน อาจจะมีค่าตามเกี่ยวกับความรู้ที่ให้นักเรียนตอบ การเขียนกรอบนี้สำคัญมาก จะต้องคำนึงถึงวิธีสอนด้วย โดยมีกรอบที่แสดงการนำเข้าสู่บทเรียน และกรอบที่แสดงถึงขั้นสอน กรอบขั้นสอนนี้ควรพยายามให้นักเรียนค้นพบคำตอบ ถ้าใช้วิธีสอนแบบอุปนัยอาจจะมีตัวอย่างหลายตัวอย่างในกรอบนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตเห็นรูปแบบ และสามารถสรุปได้ไม่จำเป็นว่าในหนึ่งกรอบจะต้องมีค่าตามเดียว ส่วนมากนิยมเขียนแบบบอก เช่น บอกนิยามหรือสูตร แล้วจึงให้ตัวอย่าง ถ้าต้องการให้ผู้เรียนค่อย ๆ คิด ควรจะเขียนกรอบชนิดที่ให้ผู้เรียนค่อย ๆ ไล่ความคิดจากกรอบที่ต่อเนื่องหลาย ๆ กรอบนั้นไปที่ละน้อย จนกระทั่งสรุปได้

3.2 กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เมื่อผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาหรือสรุปสูตร กฎนิยามได้แล้วลองให้ผู้เรียนฝึกทำ โดยอาศัยความรู้ที่ได้รับมาแล้วจากกรอบสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

3.3 กรอบทบทวน (Revised Frame) เป็นกรอบที่สรุปทบทวนนิยามอีกครั้งหนึ่ง ควรจะไล่สรุปไปเป็นตอน ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ แล้วจึงสรุปรวบยอด

3.4 กรอบทดสอบหรือกรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบวัดผลที่นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ที่ได้จากกรอบอื่น ๆ

## ตัวอย่าง บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

## เรื่อง เลขยกกำลัง

	<p>กรอบที่ 1 จำนวน 10 เขียนในรูปผลคูณได้เป็น <math>2 \times 5</math> เรียก 2 กับ 5 ว่า เป็น.....ของ 10</p>
ตัวประกอบ	<p>กรอบที่ 2 <math>3 \times 3 \times 3 = 27</math> จะได้ว่า ตัวประกอบของ 27 มี.....ตัว ตัวประกอบแต่ละตัวคือ.....</p>
3 3,3,3	<p>กรอบที่ 3 64 แยกเป็นตัวประกอบที่เท่ากันได้ 3 ตัว คือ..... ดังนั้น จะเขียนได้ว่า <math>64 = \dots\dots\dots</math> เขียนได้ในรูป <math>64 = 4^3</math></p>
4, $4 \times 4 \times 4$	<p>กรอบที่ 4 <math>125 = 5 \times 5 \times 5</math> เขียนได้ในรูป.....</p>
$5^3$	<p>กรอบที่ 5 <math>6 \times 6 \times 6 \times 6</math> เขียนได้ในรูป..... <math>7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7</math> เขียนได้ในรูป..... <math>a \times a \times a \times a \times \dots \times n</math> เขียนได้ในรูป..... เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ <math>a \neq 0</math></p>
$6^4$ $7^5$ $a^n$	<p>กรอบที่ 6 <math>6^4, 7^5</math> และ <math>a^n</math> แต่ละจำนวนเรียกว่าเลขยกกำลัง</p>

	<p>กรอบที่ 7</p> <p>จาก <math>a \times a \times a \dots n = a^n</math> เมื่อ เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ <math>a \neq 0</math> เรียก <math>a^n</math> ว่า เลขยกกำลัง เรียก <math>a</math> ว่า <u>ฐาน</u> ของ <math>a^n</math> เรียก <math>n</math> ว่า <u>เลขชี้กำลัง</u> ของ <math>a^n</math></p> <p>ดังนั้น</p> <p>เรียก 7 ว่า ..... ของ <math>7^8</math> เรียก 8 ว่า ..... ของ <math>7^8</math></p>
<p>ฐาน เลขชี้กำลัง</p>	

(ยุพิน พิพิธกุล 2527 : 139 - 142)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กำพล คำรงค์ศักดิ์ (2528 : 32) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ค่านิยมพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3 จากวิธีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี" ใช้ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน กลุ่มหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ อีกกลุ่มหนึ่งแบบมีครูแนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องจุด เส้นตรงและแบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิธี กล้าหาญ (2529 : 41 - 49) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบผลการเรียนจัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน กลุ่มทดลองสอนซ่อมเสริมโดยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มควบคุมสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยทำการวิจัยเป็นระยะเวลา 5 วัน ๆ ละ 30 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องการคูณ แผนการสอนเป็นรายบุคคล แบบฝึกหัดความจุประสงคเชิงพฤติกรรม แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (2) ผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผ่านเกณฑ์ตั้งไว้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิชชุลาวัณย์ พิทักษ์ผล (2530 : 71) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การ เรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุมที่สอนซ่อมเสริมโดยครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ภาคตัดกรวย" คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริม บันทึกการสอนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนซ่อมเสริมกลุ่มละ 8 คาบ ๆ ละ 50 นาที ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์การ เรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05

### งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

พลรัตน์ ลักษณ์ยานาวิน (2514 : 43 - 44) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ซึ่งจัดทำโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มาทดลองเปรียบเทียบกับการสอนของครูตามปกติในห้องเรียนซึ่งใช้แบบเรียนพีชคณิตของกระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง เป็นนักเรียนโรงเรียนวิเศษวิทยาสรรค์ และโรงเรียนวชิรธรรมสาริศา โรงเรียนละ 60 คน แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยให้ครูสอนตามปกติซึ่งใช้วิธีบรรยายและมีหนังสือพีชคณิตของกระทรวงศึกษาธิการประกอบ ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า การสอนพีชคณิตเบื้องต้นเรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร นิพจน์ พีชคณิต โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการสอน ได้ผลดีกว่าการสอนของครูซึ่งใช้วิธีสอนแบบบรรยาย

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ (2519 : 32 - 33) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง สองกลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องเซต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมและนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

มานะ เอกจริยวงศ์ (2520 : 39 - 41) ได้วิจัยเรื่อง "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติของนักเรียนฝึกหัดครู ป.กศ. โดยใช้วิธีสอนแบบธรรมคากับวิธีสอนที่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรม" ตัวอย่างประชากรจำนวน 90 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ใช้วิธีสอน 3 แบบคือ วิธีสอนที่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมและมีครูคอยควบคุม วิธีสอนที่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมโดยไม่มีครูควบคุม และวิธีสอนแบบธรรมคา

ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 11 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมกัน 2 ฉบับ แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการคิดคำนวณส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่วัดความคิดรวบยอด ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการใช้วิธีสอนทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

บุพพรณ จาริยานิช (2528 : 44 - 47) ได้วิจัยเรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ 4 ของนักศึกษามัธยมศึกษาแบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" ใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 64 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 33 คน ซึ่งศึกษาค้นคว้าตนเองจากบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นกลุ่มควบคุม 30 คน โดยวิธีสอนปกติอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้สอน ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามัธยมศึกษาแบบเบ็ดเสร็จ ระดับ 4 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โรเบิร์ต แอล เมอร์ริท (Robert L. Merritt 1982 : 34 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้และไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชายหญิงเกรด 6 เกรด 7 จำนวน 144 คน กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ โดยศึกษาตัวแปรดังต่อไปนี้คือ ผลสัมฤทธิ์ ความคิดรวบยอดของตนเอง ความวิตกกังวล ทัศนคติต่อครู ทัศนคติต่อโรงเรียน การวิจัยนี้มุ่งศึกษาความแตกต่างตามเกรดและเพศ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในด้าน การอ่านและวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนหญิงเกรด 6 และนักเรียนชายหญิงเกรด 7 มีความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ความวิตกกังวล ทัศนคติที่มีต่อครูและโรงเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวแปรนี้ นักเรียนชายเกรด 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

โรเบิร์ต ลอยด์ เดวิดสัน (Robert Lloyd Davidson 1985 : 110) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาาระดับ 9, 10, 11 และ 12 แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 36 คน และกลุ่มทดลอง 18 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูประจำวิชาคนเดียวกัน ทั้งนี้เนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนคณิตศาสตร์บทที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 13 สัปดาห์ หลังจากนั้นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลาร์รี่ เกลน เทอร์เนอร์ (Larry Glen Turner 1985 : 135) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การประเมินเกี่ยวกับผลของการเรียนเป็นคู่ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 3 และ 4 ที่เขาเรียนในภาคเรียนฤดูใบไม้ร่วง ปีการศึกษา 1984 จำนวน 275 คน แบ่งตัวอย่างประชากรเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนทำงานและฝึกปฏิบัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คนต่อ 1 เครื่อง กลุ่มที่ 2 นักเรียนทำงานและฝึกปฏิบัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คนต่อ 1 เครื่อง กลุ่มที่ 3 นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติและฝึกปฏิบัติบนกระดานฝึกหัด ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 15 นาทีต่อวัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบทักษะพื้นฐานจำนวน 2 ฉบับเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของแซนด์แมน (The Sandman Mathematics Attitude Inventory) ที่ใช้วัดก่อนและหลังการทดลอง เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทัศนคติเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ฝึกปฏิบัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คนต่อ 1 เครื่อง สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างประชากรที่ไม่ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้



คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คนต่อ 1 เครื่อง และกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
 ในลักษณะ 2 คนต่อ 1 เครื่อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างที่เรียนเป็นคู่  
 มีความกังวลใจและความเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียน  
 คนเดียวบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เซอร์ลีย์ แอนน์ วิลสัน (Shirley Anne Wilson 1985 : 145) ได้  
 ทำการศึกษาเรื่อง "โครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการนำไปประยุกต์ใช้ในการ  
 สอนซ่อมเสริมวิชาพีชคณิตในระดับวิทยาลัย" เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่โปรแกรม  
 คอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษา 6 โปรแกรม ที่ได้รับการพัฒนาสำหรับการนำมาใช้สอน  
 ซ่อมเสริมวิชาพีชคณิตในระดับวิทยาลัย ซึ่งโครงสร้างของแต่ละบทสอนประกอบด้วย  
 มโนคติ (Concept) และแบบฝึกหัดที่คัดเลือกแล้ว การแสดงภาพบนจอภาพ คำสั่ง  
 คอมพิวเตอร์ที่จำเป็น ก่อจากนั้นบทเรียนต่าง ๆ จะได้รับการทดสอบ แก้ไขข้อผิดพลาด  
 ที่พบและปรับปรุงใหม่เมื่อจำเป็น ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ภาคเรียน  
 ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนผู้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับเรื่องอันดับของการดำเนินการ  
 (Order of Operations) และเรื่องปัญหาการใช้คำ (Word Problems) สามารถ  
 ผ่านบทเรียนต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาทำนองเดียวกันได้อย่างรวดเร็วและทำคะแนนสอบได้ในส่วน  
 เนื้อหานี้ได้สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. นักเรียนผู้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่อง การดำเนินการกับเลขจำนวน  
 เต็ม (Operations with Integers) และเรื่องการถอดสัญลักษณ์กลุ่ม (Removing  
 Grouping Symbols) สามารถผ่านการทดสอบประจำบทได้ง่ายกว่านักเรียนผู้ไม่ได้ใช้  
 โปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ไม่มีความแตกต่างระหว่างนักเรียนผู้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่อง  
 เลขชี้กำลัง (Exponents) และเรื่องการแยกตัวประกอบกำลังสอง (Factoring  
 Quadratics) กับนักเรียนผู้ไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โนเอล ชาร์ลส จอห์นสัน (Noel Charles Johnson 1986 : 201) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนนิคมคติทางสถิติ" ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสองกลุ่ม ๆ ละ 165 คน กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกกลุ่มหนึ่ง ครูสอนตามปกติ ผู้วิจัยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 7 วัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องสถิติ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนของกลุ่มซึ่งได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นภาพกราฟิก เคลื่อนไหว กับคะแนนของกลุ่มซึ่งได้รับการสอนตามปกติ แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.038

แพม ทริม (Pam Trim 1986 : 76) ได้ทำการวิจัยในโรงเรียนแอสบิวรีพาร์ก (Asbury Park) ประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อทำการปรับปรุงทักษะทางด้านคณิตศาสตร์โดยใช้ประโยชน์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้ได้รับการยกย่องเป็นงานวิจัยตัวอย่างด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาจาก The United States Department of Education's National Diffusion Network (NDN) เนื้อหาที่จัดทำในโปรแกรมการศึกษาคือ พีชคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส และคณิตศาสตร์ประยุกต์ ใช้บนเครื่อง APPLE และ TRS-80 จากผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการศึกษาดังกล่าวประสบผลสำเร็จในการเพิ่มสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จนทำให้โปรแกรมการศึกษาดังกล่าวเป็นที่แพร่หลายในโรงเรียนถึง 500 แห่ง ใน 30 รัฐของสหรัฐอเมริกา

ไดแอน ลินด์ คาร์ลิง (Diane Lind Darling 1986 : 82) ได้ทำการศึกษาดผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ห้มต่อการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน กลุ่มอ่อน จำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละเท่า ๆ กัน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะและฝึกปฏิบัติโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ๆ ละ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการทดสอบก่อนและหลังการฝึกด้วยแบบทดสอบทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกัน แล้ว

นาคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า ในจำนวน 10 ทักษะที่ทดสอบกลุ่มทดลองทำคะแนนได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ 1 ทักษะ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญ 6 ทักษะ ทำต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญ 3 ทักษะ สรุปได้ว่าการฝึกทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะและกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้กิจกรรมให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน

#### งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

คาวิน เกรทซิงเกอร์ (Cavin Greatsinger 1968 : 87 - 90)

ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาทดลองบทเรียนแบบโปรแกรมในการหารเศษส่วน" ตัวอย่างประชากรนักเรียนเกรด 6 จากโรงเรียนต่าง ๆ ในมลรัฐโคโลราโด รวม 6 โรงเรียน ๆ ละ 2 ห้อง โดยแต่ละห้องเรียนจะให้ห้องหนึ่งเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม อีกห้องหนึ่งให้เรียนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม ชนิดเส้นตรงเรื่องการหารเศษส่วน แบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนทั้งสองแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จอห์น โฮวาร์ด แมกซ์เฮนซี (John Howard McHancy 1970 : 4877 -

A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาทดลองใช้ชุดโปรแกรมการสอนสถิติค่านธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยโอเบิร์น" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน 6 ห้องเรียน ๆ ละ 30 คน เนื้อหาที่ใช้สอนคือสถิติ สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม 3 ห้อง และอีก 3 ห้อง สอนโดยการบรรยายโดยครูผู้สอน 3 คน แต่ละคนสอนกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ทุกกลุ่มให้สอบโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า

นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนกับครูผู้สอนคนที่ 1 ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนกับครูผู้สอนคนที่ 2 ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนกับครูผู้สอนคนที่ 3 ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

มาริลิน คลาร์ก เบค (Marilyn Clark Beck 1970 : 6270 - A)

ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบวิธีสอนซ่อมเสริมพิเศษชนิด 3 แบบ ในระดับวิทยาลัย" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนวิทยาลัยเกษตรกรรม จำนวน 188 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่และ 3 กลุ่มเล็ก ใช้การสอน 3 แบบคือ การสอนแบบปกติ การสอนแบบใช้สื่อหลายอย่าง และการสอนแบบโปรแกรม โดยการสอนแต่ละแบบจะสอนกับนักเรียนกลุ่มใหญ่ 1 กลุ่ม กลุ่มเล็ก 1 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่สอนแบบใช้สื่อหลายอย่าง และแบบปกติสูงอย่างมีนัยสำคัญกว่าของนักเรียนที่สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

โรเบอท์ โอ บราวน์ จูเนียร์ (Robert O. Brown Jr. 1984 : 26)

ได้ทำการวิจัยเรื่อง "แบบทดสอบเปรียบเทียบคะแนนสอบของนักเรียนที่ใช้และไม่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรม" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาเกรด 8 และ 9 จากโรงเรียนต่าง ๆ 7 แห่ง กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง อีกกลุ่มเรียนโดยครูสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง แบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมได้ผลสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยครูสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า ผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นั้นสรุปได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่ง คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนแบบปกติกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แยกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่สอง คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนแบบปกติกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่แยกกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่สามคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ

สำหรับผลการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่หนึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ กลุ่มที่สองคะแนน

ผลสัมฤทธิ์การ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ กลุ่มที่ เรียนโดย ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมและกลุ่มที่สอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่สามคะแนนผลสัมฤทธิ์การ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ กลุ่มที่สอนแบบปกติสูงกว่าที่ เรียนโดย ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญ