

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเลขที่มีการทดไม่เกิน 1 หลัก ของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 หลักการของหลักสูตร
  - 1.2 จุดหมายของหลักสูตร
  - 1.3 โครงสร้างของหลักสูตร
  - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.5 กำหนดการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการบวกเลขที่มีการทด

ไม่เกิน 1หลัก

#### 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์

- 2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การออกแบบหน้าจอ
- 2.4 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 ข้อดี ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 การทดลองและการปรับปรุงแก้ไข
- 2.8 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.9 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 3. เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ลักษณะของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.3 วิธีสอนเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.4 การสร้างความพร้อมสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 3.5 ความก้าวหน้าจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

3.6 การจัดเตรียมโปรแกรมสำหรับการฝึกและการพิจารณาการตรวจสอบ

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีใจความสรุปดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 3) คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วน ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

#### 1. วิสัยทัศน์การเรียนรู้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 7-8) การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถรวมไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาคือ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของทางโรงเรียน ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่ต้องการจัดสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น ถือว่าเป็นหน้าที่ของทางโรงเรียนที่จะต้องจัด โปรแกรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เต็มตามความสมัครใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ติดเทียมกับนานาชาติ

## 2. คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3)

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกรู้เข้าใจเชิงจำนวนและการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสามารถสร้างโจทย์ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาวระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตรและความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูลและอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่งได้
6. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การให้เหตุผล สื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

## 3. สาระการเรียนรู้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
- สาระที่ 2 การวัด
- สาระที่ 3 เรขาคณิต
- สาระที่ 4 พีชคณิต
- สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น
- สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

## 4. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับการปริภูมิ (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง

## คณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 5. รายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง การบวกเลขที่มีการทด ไม่เกิน 1 หลัก

เนื้อหาเรื่อง การบวกเลขที่มีการทดไม่เกิน 1 หลัก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กำหนดไว้ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค.12 เข้าใจถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้ โดยได้นำมาเชื่อมโยงเข้ากับรายละเอียดประกอบเนื้อหา ดังนี้

#### 5.1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

5.1.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณและการหาร จำนวนนับ และศูนย์

5.1.2 บวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

5.1.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนนับและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผล

#### 5.2 สาระการเรียนรู้ช่วงชั้น

5.2.1 การบวกจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 1,000

5.2.2 โจทย์ปัญหาการบวกที่มีผลบวกไม่เกิน 1,000

#### 5.3 สาระการเรียนรู้ที่นำมาศึกษาวิจัย

5.3.1 การบวกเลข 2 หลัก กับเลข 1 หลัก ที่มีการทด

5.3.2 การบวกเลข 2 หลัก กับเลข 2 หลัก ที่มีการทด 1 หลัก

5.3.3 การบวกเลข 3 หลัก กับเลข 2 หลัก ที่มีการทด 1 หลัก

5.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการบวกเลขที่มีการทดไม่เกิน 1 หลัก เป็นผลมาจากการเชื่อมโยง มาตรฐานกลุ่มสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้ช่วงชั้น ปรากฏดังนี้

5.4.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกจำนวนที่ไม่เกิน 3 หลัก ได้

5.4.2 อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกจำนวนที่ไม่เกิน 3 หลัก ได้

5.4.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกเลขที่มีการทดได้

5.4.4 สามารถบวกเลขที่ไม่เกิน 3 หลัก และมีการทด 1 หลัก ได้

#### 5.4.5 อธิบายการบวกเลขที่ไม่เกิน 3 หลักและมีการทดได้อย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การบวกเลขที่มีการทดไม่เกิน 1 หลัก สำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ มีสาระสำคัญเนื้อหาที่เน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน สามารถบวกเลขและอธิบายผลได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งอยู่ในระดับพื้นฐาน โดยยึดพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของเด็กเป็นหลัก เพื่อให้สามารถนำไปใช้ชีวิตประจำวันและอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

### บทเรียนคอมพิวเตอร์

#### 1. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์

ทักษิณา สวานานนท์ (2530. 206-207) ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ดังนี้ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของการสอนเนื้อหาโดยตรงจำลองสถานการณ์ หรือแบบแก้ไขปัญหา การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการนำเสนอโดยตรงไปยังนักเรียนผ่านทางจอภาพ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ และพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลา การตอบสนองของนักเรียนจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อการเสนอแนะขั้นตอนหรือลำดับในการเรียนต่อไป

นิพนธ์ สุขปรีดี (2531 : 24-28) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาเป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้นักเรียน เรียนด้วยตนเองเป็นหลัก บทเรียนอาจจะบันทึกเป็นแผ่นดิสก์หลายแผ่นหรืออาจจะบรรจุอยู่ในฮาร์ดดิสก์ก็ได้ เวลาเรียนจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียนอาจเป็นเครื่องที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปหรืออาจเป็นเครื่องที่เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นในการนำเสนอบทเรียนนั้น ๆ เช่น อาจมีการ์ดเสียง หรือเครื่องเล่นวีดิโอ ดิสก์ ประกอบก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ยีน กูสุวรรณ (2531 : 121) ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนว่าเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 13) กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและแบบการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะ



เรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือ และภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียนตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

ศิริชัย สวงนแก้ว (2534 : 173) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการเรียน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเสนอเนื้อหาแบบต่างๆ เช่นการนำเสนอแบบตัวเตอร์ แบบจำลองสถานการณ์ หรือการแก้ปัญหา เป็นต้น การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านจอภาพ หรือเป็นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยข้อมูลจะถูกเก็บในแผ่นดิสก์ ซีดีรอมหรือหน่วยความจำของเครื่อง พร้อมทั้งจะเรียกมาใช้ได้ตลอด

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546 : 3-5) ให้ความหมายไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยนอกจากนี้ยังมีอีก 2 คำ ที่ใช้แพร่หลายเช่นกัน คือ CAL (Computer Assisted Learning) และ CML (Computer Managed Learning) นั่นคือเปลี่ยนจากการสอนเป็นการเรียน โดยนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกและเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ สำหรับให้ผู้เรียนใช้เพื่อการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียนในเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ต้องอาศัยผู้สอนเข้าร่วมกิจกรรมโดยตรง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความมุ่งหมายของรายวิชาหรือเรื่องที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มนต์ชัย เทียนทอง (2548 : 3) ให้ความหมายไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง บทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอเนื้อหา คือ กิจกรรม การตรวจปรับ การประเมินผลและกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ ด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอและจัดการ

จากความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง นำเนื้อหาในบทเรียนมาลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการสอน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองตามที่โปรแกรมกำหนด

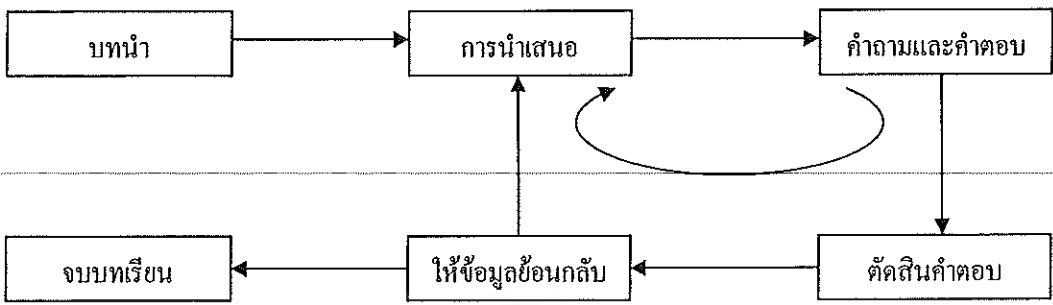
### ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์

นักการศึกษา นักวิชาการ ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น ประเภทต่างๆ ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191)

#### 1. การสอน (Tutorial Instruction)

บทเรียนในการสอนจะเป็น โปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆแก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบร่วมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถาม

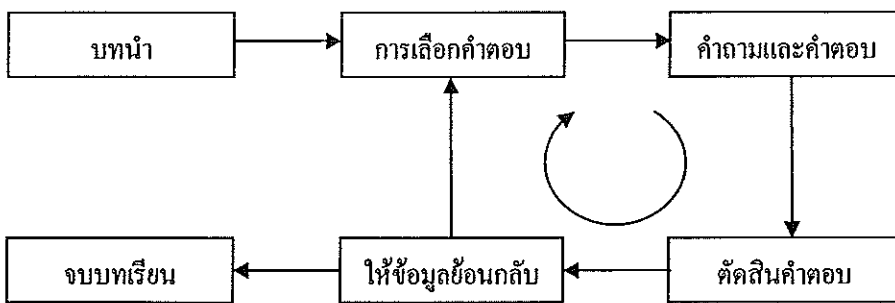
นั้นซ้ำและยังคิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูกแล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหา ในบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้นับว่าเป็น บทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้แทบทุกสาขาวิชา



ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบการสอนเนื้อหา

2. การฝึกหัด (Drill and Practice)

บทเรียนในการฝึกหัดเป็น โปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนแต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมา โดยเฉพาะการนำคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยัน หรือแก้ไขและพร้อมกับการให้คำถาม หรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียน จึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้ สามารถใช้ได้ ในหลายสาขาวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการแปลภาษา

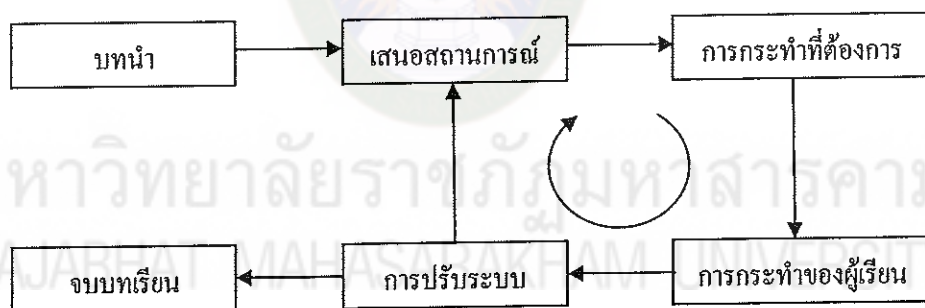


ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบการฝึกหัด



### 3. สถานการณ์จำลอง (Simulation)

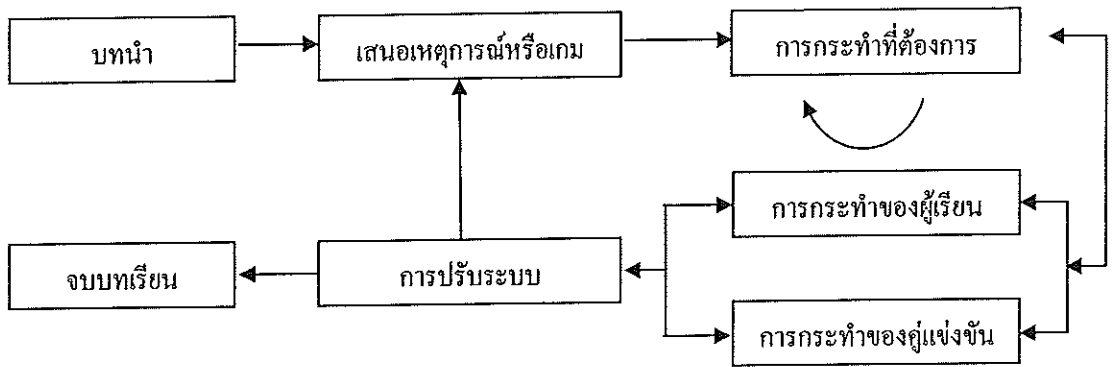
การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริง โดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง มาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง อาจประกอบด้วยการนำเสนอความรู้ข้อมูลการแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่วและการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้ หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ใน โปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองนี้ จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมสาธิต (Demonstration) โปรแกรมนี้มีไว้เป็นการสอนเหมือนกับ โปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรมแต่โปรแกรมสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น เช่น ในการเสนอการจำลองระบบสุริยะจักรวาลว่ามีดาวเคราะห์เหล่านั้นและการหมุนรอบดวงอาทิตย์ในโปรแกรมนี้ อาจมีการสาธิตแสดงการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์เหล่านั้น และการหมุนรอบดวงอาทิตย์ให้ชมด้วย เป็นต้น



ภาพที่ 3 แสดงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง

### 4. เกมเพื่อการสอน (Instruction Games)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้อยากรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบ กระบวนการที่สนะคติตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยไม่ให้ผู้เรียนเกิดอาการเบื่อหน่ายซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันจึงทำให้ผู้เรียนมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย



ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมเพื่อการสอน

### 5. การค้นพบ (Discovery)

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือ โดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง โปรแกรมจะจัดให้สินค้ามากมายหลายประเภทให้นักขายทดลองจัดแสดง เพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้าและเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใด ด้วยวิธีการใด จึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

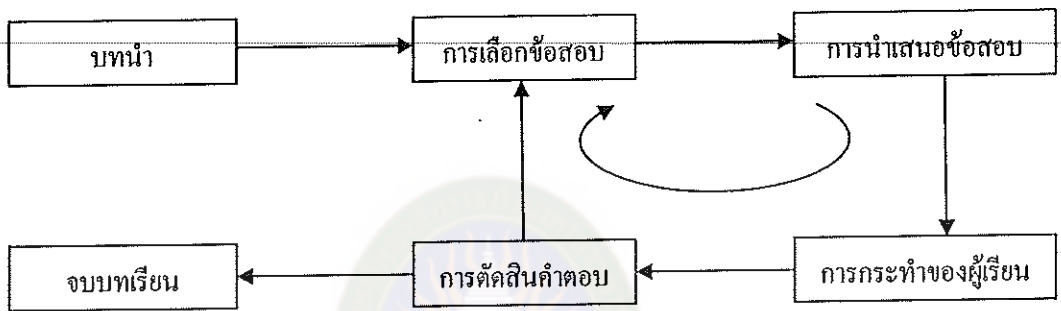
### 6. การแก้ปัญหา (Problem Solving)

เป็นวิธีการให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเองและโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว เพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหาถ้าเป็น โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียน โปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยให้ผู้เรียนบรรลุทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและการจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านี้เอง เช่น ในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่งปัญหา มีได้อยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณพื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน

### 7. การทดสอบ (Tests)

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุง

คุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกเป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถาม จากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจว่า พร้อมกันนั้นอาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆมาใช้ในการตอบได้อีกด้วย



ภาพที่ 5 แสดงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบการทดสอบ

จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบฝึกหัด เป็นบทเรียนที่มีการพัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ที่เกี่ยวข้องมักจะคิดว่าเป็นสองประเภทนี้มากกว่าประเภทอื่นๆ และบทเรียนประเภทนี้จะมีการประยุกต์เทคนิคและหลักการของบทเรียน ไม่ว่าจะ เป็นแบบฝึกทบทวนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง แบบเกมการศึกษาหรือแบบ ใช้ทดสอบเข้ามารวมอยู่ด้วยกันตามความเหมาะสม โดยไม่มีอีกรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเป็นหลักแต่จะพิจารณาถึงลักษณะของเนื้อหาและกลุ่มเป้าหมายที่จะเป็นผู้ใช้บทเรียนเป็นสำคัญ

## การออกแบบหน้าจอ

การออกแบบหน้าจอในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2548 : 235 - 240)

### 1. ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution)

ความละเอียดของการแสดงผล เป็นส่วนที่สำคัญประการหนึ่งของการออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่จะกำหนดขึ้นก่อนส่วนอื่นๆ เพื่อใช้เป็นข้อบังคับพื้นฐานของบทเรียนที่ต้องออกแบบหน้าจอ โดยวัดความละเอียดเป็นจำนวนพิกเซล (Pixel – Picture Element)

ซึ่งความละเอียดของการแสดงผลจะมีความสัมพันธ์กับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ นำเสนอบทเรียน ได้แก่ ความสามารถของแผงวงจรแสดงผล (VGA Card) และสมรรถนะของจอภาพ ถ้ากำหนดการแสดงผลภาพไว้ที่ ระดับ VGA ที่ 640 x480 พิกเซล ที่ระดับสีต่างๆ เช่น 256 สี บทเรียนที่จะปรากฏหน้าจอก็จะไม่น่าสนใจ เนื่องจากภาพหรือกราฟิกจะมีลักษณะหยาบไม่สวยงาม แต่ถ้ากำหนดความละเอียดไว้สูงเกินไป เช่น ที่ระดับ XGA ที่ 1,024 x 768 พิกเซล ที่ระดับสีจริง 16.7 Million Color ก็จะมีผลต่อขนาดความจุของบทเรียน ที่อาจจะมีความจุเกินกว่าความจุของซีดีรอมหนึ่งแผ่น

## 2. ส่วนของการแสดงผลบทเรียน (Instructional Display)

Roderice,Sims แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีซินีส์ ได้ยกคํากล่าวของ Heines เกี่ยวกับการออกแบบหน้าจะในส่วนของการแสดงผลบทเรียนไว้ว่า ในหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรประกอบด้วยส่วนต่างๆ จำนวน 5 ส่วน ดังนี้

2.1 ส่วนของคำแนะนำ (Orientation) ได้แก่ การนำเสนอชื่อเรื่อง หมายเลขเฟรม

2.2 ส่วนของผู้เรียนที่จะต้องเรียน (Directions) ได้แก่ ตัวเนื้อหาบทเรียน กิจกรรมการเรียน ในส่วนนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.2.1 เนื้อที่แสดงภาพกราฟิก (Graphic Area) ปกติอยู่ทางซ้ายมือของจอภาพ หรืออาจจัดไว้ตรงกลาง โดยมีข้อความอยู่รอบๆ หรืออยู่ในส่วนล่างของภาพก็ได้

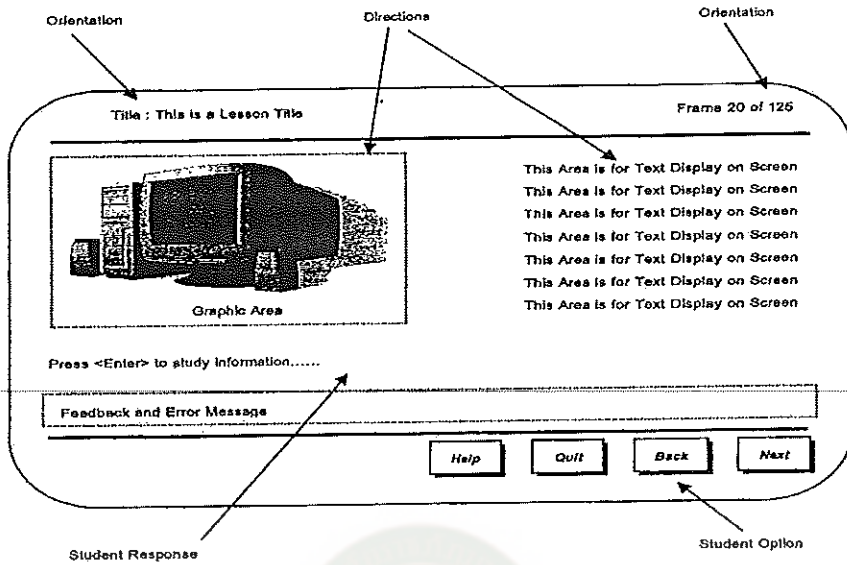
2.2.2 เนื้อที่แสดงข้อความ (Text Area) ปกติอยู่ทางขวามือของจอภาพ

2.3 ส่วนของการโต้ตอบจากผู้เรียน (Student Response) ได้แก่ คำตอบจากผู้เรียน การร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

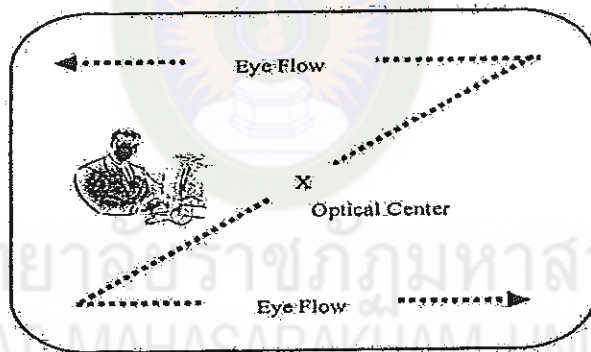
2.4 ส่วนของการป้อนกลับและแสดงข้อความผิดพลาดจากบทเรียน (Feedback and Error Messages) ได้แก่ ข้อความที่แสดงการตรวจปรับจากบทเรียนรวมทั้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้บทเรียน

2.5 ส่วนของทางเลือกผู้เรียน (Student Options) ได้แก่ ส่วนของการควบคุมบทเรียน รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ ในการใช้บทเรียน

นอกจากตำแหน่งการจัดหน้าจอบทเรียนของส่วนประกอบทั้ง 5 ส่วนดังกล่าวแล้ว ยังมีองค์ประกอบในการจัดภาพพื้นฐานที่ออกแบบควรจะต้องพิจารณา ได้แก่ จุดศูนย์กลางของสายตา และทิศทางการมองของสายตา ซึ่งปกติโดยทั่วไปจะมีลักษณะคล้ายตัว Z ซึ่งทิศทางการนำเสนอนี้ดึงดูดความสนใจมากที่สุด ดังนั้น ส่วนใดที่มีความสำคัญหรือจุดเน้นจึงควรจัดวางไว้ตรงกลางของจอภาพหรืออยู่ในเส้นทิศทางการมองของสายตา



ภาพที่ 6 แสดงส่วนประกอบของส่วนการแสดงผลการเรียน



ภาพที่ 7 แสดงจุดศูนย์กลางของสายตาและทิศทางการมอง (Z-like)

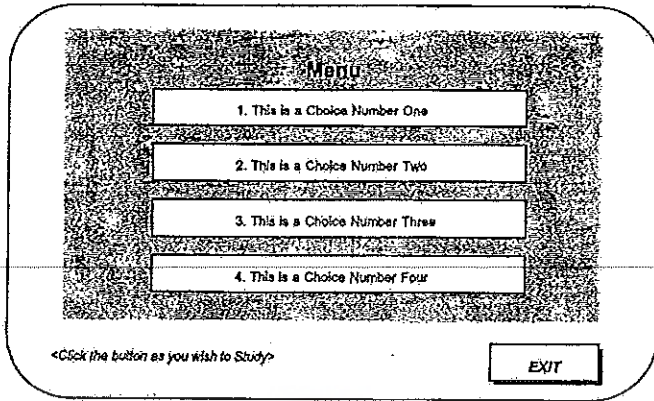
### 3. ส่วนของการควบคุมบทเรียนของผู้เรียน (Student Control)

เป็นส่วนของการควบคุมการนำเสนอบทเรียนของผู้เรียน ส่วนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับการออกแบบหน้าจอ โดยทั่วไปส่วนของการควบคุมบทเรียน สามารถ จำแนกได้ 3 แบบดังนี้

3.1 การใช้รายการให้เลือก (Menu) เป็นส่วนของการควบคุมบทเรียนที่มีลักษณะเป็นรายการให้เลือกรายชื่อ ซึ่งจะพบในส่วนของการรายการให้เลือกบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกได้

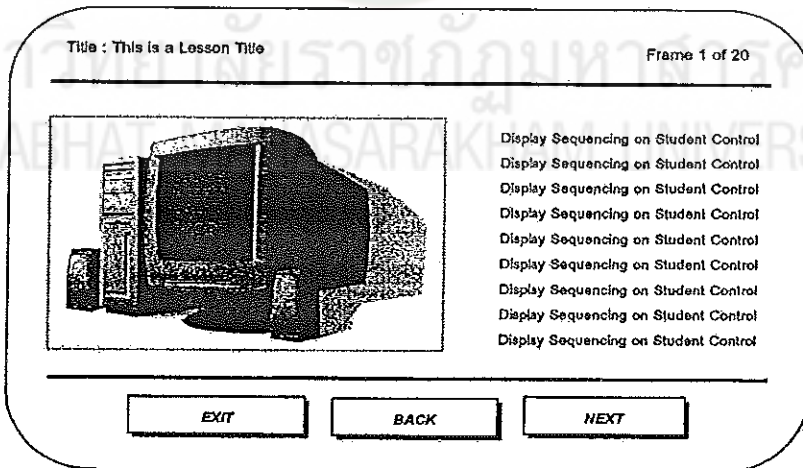


ส่วนของการนำเสนอคำถามหรือการนำเสนอเนื้อหาที่มีการแบ่งรายการเป็นข้อๆ จัดว่าเป็นรูปแบบที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยมากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการปฏิสัมพันธ์ในการควบคุมบทเรียน



ภาพที่ 8 แสดงการใช้รายการให้เลือก (Menu) ในการควบคุมบทเรียน

3.2 การใช้วิธีแสดงเนื้อหาตามลำดับ (Display Sequencing) เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน การควบคุมบทเรียนจึงใช้ในส่วนช่องทางเลือกบทเรียน (Student Options) เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการควบคุมบทเรียน

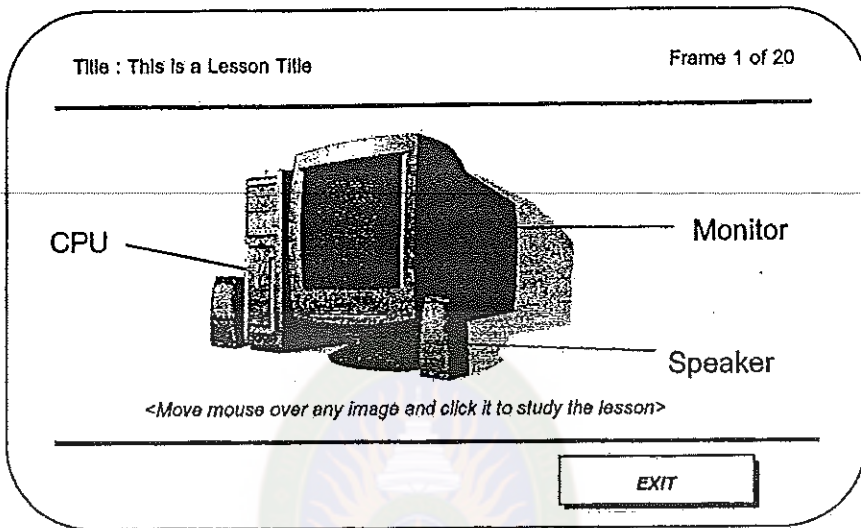


ภาพที่ 9 แสดงการใช้วิธีแสดงเนื้อหาตามลำดับในการควบคุมบทเรียน

3.3 การใช้วัตถุ (Object) ได้แก่รูปภาพ สัญลักษณ์ กราฟิก หรือวัตถุใดๆ ที่อาจเป็นส่วนหนึ่งของภาพในการเข้าถึงบทเรียน โดยทำงานในลักษณะของ Hot Spot หรือ Hot Object สามารถ



ควบคุมบทเรียนได้โดยวิธีการคลิกเมาส์ หรือวิธีเลื่อนเมาส์ไปอยู่บนวัตถุนั้น ๆ แล้วคลิกที่วัตถุ ค้างค้างก็จะสามารถเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้ ซึ่งเป็นการควบคุมบทเรียนอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กัน ออกแบบบทเรียนบนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 10 แสดงการใช้วัตถุในการควบคุมบทเรียนในลักษณะ Hot Spot

การออกแบบหน้าจอสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้พัฒนาบทเรียนต้องคำนึงถึง เพราะจะมีผลกระทบกับผู้เรียน โดยตรง เช่น ความละเอียดในการแสดงผลของจอภาพ สีพื้นหลัง การเลือกใช้สี ขนาดของตัวอักษร วิธีการปฏิสัมพันธ์ ความสะดวกในการใช้งานและความรวดเร็วในการนำเสนอภาพ ถ้าการออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างความประทับใจและชวนให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนแล้ว จะส่งผลให้บทเรียนมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะส่งผลไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

#### ลักษณะการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง ที่นำเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรมของสกินเนอร์ และเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถบอก

ข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา การซ่อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้เป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (วสันต์ อดิษฐ์, 2530 : 19-21)

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อจบบทเรียนเขาจะทำอะไรได้บ้าง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ เพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตนเอง

2. **ขั้นเสนอเนื้อหา** เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในหัวเรื่องใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ก็เสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสัญญาณโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ** หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อเรื่องที่เรียนผ่านมาก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วบทเรียนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ บทเรียนจะเสนอความช่วยเหลือให้

4. **ขั้นตรวจคำตอบ** เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียนคอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจออกมาในรูปแบบของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง เช่น คำชมเชย เสียงดนตรี หรือภาพกราฟิก ถ้าตอบผิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ก็จะบอกไปหรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้ตอบใหม่ และเมื่อตอบไม่ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งหมุนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. **ขั้นปิดบทเรียน** เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียน โดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือสามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และเวลาที่ใช้ในการเรียนเท่าไร เป็นต้น

สรุปได้ว่า ลักษณะการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนจะนั่งหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์และเริ่มติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้รหัสผ่านคอมพิวเตอร์ จะส่งข้อความ

ปรากฏบนจอภาพว่านักเรียนคนนั้นมีสิทธิ์จะเรียนหรือไม่ ต่อไปจะเลือกวิชาอะไร โดยจะตรวจดูว่านักเรียนได้เรียนไปถึงไหนแล้ว จากนั้นก็จะสอนต่อไปโดยวิธีการเสนอบทเรียน ตามปัญหาเมื่อนักเรียนตอบแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์จะเตือนและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา นอกจากนี้คอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนใช้เวลาเรียนเท่าใด และมีวิธีการเสนอคำถามต่าง ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถลอกแบบกันได้

### บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีสอนแบบอื่น ๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครูสอนและใช้สอนแทนครูได้ การเรียนการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องมีความละเอียดรอบคอบและให้มีความยืดหยุ่นได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายร่วมมือประสานกัน ในการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้อง ดังนี้ (ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535 : 1-3)

#### 1. ผู้เชี่ยวชาญ

บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ พื้นฐาน การเรียนรู้ ผู้เรียน ขอบข่ายเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน รายละเอียดคำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำปรึกษา แนะนำ เรียกว่า เป็นทรัพยากรบุคคลทางด้านหลักสูตร

#### 2. ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน

บุคคลกลุ่มนี้หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการสอนในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมา เป็นอย่างดี เป็นต้นว่า มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหาความรู้ เทคนิคการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยทำให้การออกแบบบทเรียนมีทั้งคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และน่าสนใจมากขึ้น

### 3. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำ ปรัชญาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วย การออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมเนื้อหา การเลือกใช้และวิธีการใช้ ตัวอักษร เส้นรูปทรง กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี เสียง การทำรายงาน และสื่อการเรียนการสอน ที่จะช่วยทำให้ บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

### 4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม

ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ผู้ที่ทำงานทางด้านคอมพิวเตอร์ หรือทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

#### 4.1 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน มี 2 ระบบ คือ

4.1.1 ระบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring System) โปรแกรมระบบนี้เขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการและผู้เชี่ยวชาญทางด้าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งออกแบบไว้ สำหรับสร้างและนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อ ผู้ใช้ ที่ไม่มีทักษะทางการเขียน โปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียน ก่อนหน้านี้เป็นเรื่องที่สร้างปัญหา ในการใช้ภาษาไทยมาก เนื่องจากได้มีการประยุกต์ใช้ภาษาไทยกับระบบปฏิบัติการของเครื่อง คอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีมาตรฐานรองรับ แต่ก็เป็นที่ยอมรับได้โดยทั่วไป ตัวอย่าง โปรแกรมระบบนิพนธ์ บทเรียน ได้แก่ ระบบ PLATO Authorware Professional Multimedia Toolbook Icon Author และ Macromedia Director เป็นต้น ข้อดีของระบบนิพนธ์บทเรียนเหล่านี้ คือ ใช้งานง่ายและสะดวก ส่วนข้อจำกัดก็คือราคาค่อนข้างสูง และต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบที่มีขีดความสามารถค่อนข้างสูง

4.1.2 ระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป ได้แก่ PC Story Board Show Partner Paint Brush เป็นต้น เนื่องจากเป็น โปรแกรมสำหรับสร้างภาพทั่ว ๆ ไป เหมาะ สำหรับการสร้างภาพเพื่อการนำเสนอมากกว่าที่จะเป็นการโต้ตอบบทเรียน แม้ว่าบาง โปรแกรมจะ สามารถโต้ตอบได้ แต่ก็ยากเกินกว่าบุคคลทั่วไปที่จะทำได้ เนื่องจากการสร้างบทเรียนต้องใช้ หลักการ โปรแกรมจึงไม่เป็นที่นิยมใช้กัน

#### 4.2 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง

ภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษา Basic ภาษา Pascal และภาษาซี สามารถ ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งจะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการ สร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียน ต้องอาศัยความชำนาญและ

ประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก แต่โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์คำนวณทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีการสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมประเภทนี้อยู่ในแวดวงของผู้สอนน้อยมาก ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การพัฒนาทางด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องประสานความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ฝ่าย เริ่มต้นแต่การพัฒนาหลักสูตร การออกแบบบทเรียน โดยการนำเสนอเนื้อหาประกอบสื่อและกิจกรรม สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดประเมินผล และสิ้นสุดที่การพัฒนาบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านดังกล่าวจะเป็นผู้ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางการพัฒนาบทเรียน เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

### ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ พบว่า มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอนหลายประการ ดังกล่าวโดยสรุปดังนี้ คือ (ถุขมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 138)

1. เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจึงมีความกระตือรือร้นที่จะได้ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นการกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้เรียนได้อย่างดี
2. สามารถให้ภาพและเสียงตลอดจนข้อความที่เคลื่อนไหวได้ ทำให้มีความสามารถเหมือนจริงมากขึ้น สามารถสร้างเสริมประสบการณ์กว้างขวางครอบคลุมได้มากกว่าครู
3. สามารถใช้ในการบันทึกและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน ตอบสนองปรัชญาการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะออกแบบให้ปรับได้กับผู้เรียน ผู้เรียนช้าก็สามารถเรียนได้ หรือผู้เรียนอ่อนก็สามารถลองฝึกลองดูได้ตามความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องมีความรู้สึกมีปมด้อยกับเพื่อน
5. สามารถสับเปลี่ยน โปรแกรมและเพิ่มเติมขยายได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี
6. บทบาทของครูเปลี่ยนไป ทำให้ครูมีเวลาในการติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน ได้มากขึ้น



7. สร้างเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีขั้นตอนและมีเหตุผลพอสมควร เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดี จัดเป็นหลักสูตรที่ซ่อนเร้น โดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้

8. การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยมากจะผ่าน Keyboard จึงเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถใช้ Keyboard ได้อย่างดีและแม่นยำในการใช้ตัวอักษรอีกด้วย

9. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะนำเสนอบทเรียนให้กับผู้เรียนได้อย่างคงที่ โดยไม่เหนื่อยล้าหรือหลงลืม

#### ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์จะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากมาย อย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ยังมีอุปสรรคและปัญหาบางประการ พอสรุปได้ดังต่อไปนี้ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 139)

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถมาก ครูผู้รู้เนื้อหาวิชาแต่ไม่สามารถสร้าง โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเอง การพึ่งพaprogramเมอร์ยังคงต้องพบกับอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูง ๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก
3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกิดขึ้นแล้วบ้างในบางสังคม ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ลดลง บางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน
5. ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะกลุ่มผู้ใหญ่ไม่ชอบเรียนตามลำดับขั้น
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูง
7. ในประเทศไทยความรู้ความสามารถด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมที่สร้างงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปทางธุรกิจมากกว่าการศึกษา



8. โปรแกรมส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมเมอร์ได้ทำไว้

9. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกทางการตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้วยคุณภาพ ทั้ง ๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ

จะเห็นได้ว่า การนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านการศึกษา นั้นถือเป็นการพัฒนาที่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีแรงกระตุ้นในการศึกษาหาความรู้ ซึ่งในขณะเดียวกันบทเรียนก็จะมีกรอบที่จำกัดอยู่ในเรื่องของสังคมมิติ ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ ผู้พัฒนาบทเรียนต้องหาวิธีการนำเอาข้อดีมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งขั้นตอนการพัฒนาได้ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2546 : 84-89)

1. การวิเคราะห์ (Analyze) การวิเคราะห์ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis) นับว่าสำคัญที่สุด โดยวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในส่วนของเนื้อหาบทเรียนจะได้มาจากการศึกษา วิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตร รวมไปถึงแผนการเรียนการสอนและคำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบแต่ละวิชา จากนั้นจึงปฏิบัติดังนี้

- 1.1.1 นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
- 1.1.2 จัดลำดับเนื้อหาให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน
- 1.1.3 เขียนหัวข้อตามลำดับเนื้อหา
- 1.1.4 เลือกเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
- 1.1.5 เลือกเรื่องที่จะนำมาพัฒนาบทเรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน (Tutorial Objectives) เพื่อคาดหวังให้ผู้เรียนมีความสามารถเชิงรูปธรรม วัตถุประสงค์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของบทเรียน ปกติจะเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ หรือสังเกตได้ โดยสอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหา

### 1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม (Content and Activities Analysis)

ยึดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก โดยขยายความให้ละเอียดดังนี้

1.3.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และแนวคิด (Concepts) ที่คาดหวัง จากผู้เรียน ได้เรียนรู้

1.3.2 เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์  
เชิงพฤติกรรม

1.3.3 เขียนแนวคิดทุกหัวข้อย่อย จากนั้นนำมาดำเนินการ ดังนี้

1) จัดลำดับเนื้อหา ได้แก่ บทนำ ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละกรอบ ความยากง่ายของเนื้อหา เลือกและกำหนดสื่อ  
2) เขียนเนื้อหา (Layout Content) โดยแสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน แสดงการปฏิสัมพันธ์ของแต่ละกรอบ แสดงโครงสร้างและลำดับเนื้อหา การดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหา  
และกิจกรรม

3) การออกแบบจอภาพและแสดงผล ได้แก่ บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม การจัดกรอบแต่ละหน้าจอ การให้แสง เสียง สี ภาพและกราฟิกต่าง ๆ การพิจารณา  
รูปแบบของตัวอักษร การตอบสนองและการโต้ตอบ การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

4) กำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3.4 การกำหนดขอบข่ายบทเรียน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์  
ของแต่ละหัวข้อย่อย เพื่อให้ทราบถึงแนวทาง ขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป

1.3.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ (Pedagogy/ Scenario) ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบ โดยสรุปจากขั้นที่ 1.3.3 และ 1.3.4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เช่น การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การแสดงภาพ และกราฟิกบนจอภาพ การออกแบบกรอบต่าง ๆ ของบทเรียนและการนำเสนอ

2. การออกแบบ (Designing) การออกแบบเป็นการวางแผนการพัฒนามาตรเรียน โดยทั่วไปจะดำเนินการดังนี้ .

2.1 การสร้างผังงาน (Flowchart) ผังงานจะเปรียบเสมือนพิมพ์เขียวในการสร้างหรือพัฒนามาตรเรียน เปรียบเสมือนแผนที่ (Site Map) หรือแนวทางในการผลิตและพัฒนามาตรเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 จัดทำบัตรเรื่อง (Storyboard) หมายถึง บัตรเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบ ๆ หรือตามวัตถุประสงค์ และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่าง

เป็นกรอบ แต่ละกรอบ เรียงจากกรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย ต้องระบุภาพ และ เงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ ความสัมพันธ์ของกรอบเนื้อหาเกี่ยวกับกรอบอื่นของบทเรียน ใน ลักษณะบทสคริปต์ของวีดิทัศน์

2.3 การออกแบบพัฒนาสื่ออื่น ๆ ประกอบบทเรียน เช่น การเขียนบท เสียง บรรยายบท การจัดทำวิดีโอประกอบบทเรียน เป็นต้น

### 3. การพัฒนาบทเรียน (Courseware Construction)

การพัฒนาบทเรียน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะได้งานออกมา โดยมีข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 3.1 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content) ได้แก่

3.1.1 ข้อมูลที่แสดงบนจอ

3.1.2 สิ่งที่เกิดคาดหวังและการตอบสนอง

3.1.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

3.1.4 การใส่ข้อมูล / บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)

#### 3.2 พัฒนาบทเรียน (Generate Courseware) โดยใช้โปรแกรมพัฒนาบทเรียน ได้แก่

3.2.1 การผลิตภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว

3.2.2 การผลิตเสียง

3.2.3 การผลิตเงื่อนไขบทเรียน เช่น การโต้ตอบ การป้อนกลับ และอื่น ๆ

3.2.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละกรอบ แต่ละหัวข้อ

4. การนำไปใช้/ทดลองใช้ (Implement) เป็นขั้นตอนที่จะตรวจสอบ แลประเมิน บทเรียน (Courseware Testing Evaluating) โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

4.1 การตรวจสอบ จะต้องทำตลอดเวลาในแต่ละขั้นตอนของบทเรียน

4.2 การทดสอบการใช้งานบทเรียน ต้องตรวจสอบก่อนนำไปใช้จริง

4.3 การประเมินบทเรียน เพื่อประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียน มีลำดับขั้นดังนี้

4.3.1 ตรวจสอบสื่อการสอนทุกชิ้นที่มีมากับบทเรียน เช่น คำแนะนำ

คำสั่งและคู่มือ

4.3.2 ตรวจสอบจำนวนของอุปกรณ์ (ถ้ามี) ว่าครบหรือไม่

4.3.3 ทดลองใช้สื่อคอมพิวเตอร์ (Preview) ก่อนประเมินจริง ๆ ว่า

โปรแกรมทำงานเรียบร้อยตามผังงานที่ออกแบบไว้หรือไม่ ดีเพียงใด

4.3.4 ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นรอบที่สอง เพื่อพิจารณาในรายละเอียด

มีการบันทึกความเห็นจากการสังเกตทุกขั้นตอน

5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข (Evaluate and Revise) การประเมินและปรับปรุงแก้ไข เป็นขั้นตอนสุดท้าย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และการใช้งานในครั้งต่อไป ก่อนที่จะเผยแพร่บทเรียน จำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียน เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องอาศัยแนวคิดของนักการศึกษา ยึดเป็นหลักการ มีเป้าหมายชัดเจนว่าจะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอย่างไร ใช้เทคนิควิธีการอย่างไร การวางแผนปฏิบัติที่ชัดเจน จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพและบรรลุผลตามที่ตั้งไว้

### การทดลองและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ

1. เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์
2. เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

แนวคิดในการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม มีแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

เอลพิช และวิลเลียมส์ (Espich and Williams, 1967 : 75-79) อธิบายถึงการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขสื่อการสอนและบทเรียนสำเร็จรูป ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบทีละคน (One to one Testing) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนระดับที่ต่ำกว่าปานกลางเล็กน้อย จำนวน 2 – 3 คน เพื่อให้ศึกษาสื่อที่พัฒนาขึ้นและหลังจากที่ศึกษาผู้ที่พัฒนาสื่อจะทำการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสื่อจากกลุ่มตัวอย่าง
2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ในขั้นนี้จะให้ผู้ทดลองเป็นกลุ่มประมาณ 5-8 คน จะดำเนินการที่คล้ายกับขั้นตอนที่ 1 แต่จะให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย เพื่อที่จะได้นำผลไปวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อ โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า 80 และส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนร้อยละ 80 ของทั้งหมด สามารถทำข้อสอบได้ถูกต้อง และถ้าหากผลการวิเคราะห์เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวก็จะปรับปรุงแก้ไขเฉพาะข้อที่บกพร่องเพื่อนำไปทดลองในขั้นที่ 3 ต่อไป และถ้าหากผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว ก็จะดำเนินการตามวิธีการเดิมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่จนกว่าจะได้ตามกฎเกณฑ์ตามที่กำหนด

3. การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากร เป้าหมายจริง โดยผู้พัฒนาสื่อจะไม่เข้าเกี่ยวข้องกับการทดลองด้วยแต่จะอาศัยครูผู้ฝึกสอนดำเนินการแทน โดยใช้วิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2

บอร์ก (Borg, 1982 : 221-229) ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบภาคสนามเบื้องต้นและการปรับปรุงแก้ไข (Preliminary Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 1-3 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 5-12 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อด้วยวิธีการสอบถามความคิดเห็น

2. การทดสอบภาคสนามครั้งสำคัญและการปรับปรุงแก้ไข (Main Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 5-15 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อไปพร้อมกัน โดยอาศัยรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง หากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าสื่อที่พัฒนามีประสิทธิภาพก็จะปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง เพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป แต่หากไม่มีประสิทธิภาพก็จะดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างใหม่อีกจนกว่าจะพบว่ามีความมีประสิทธิภาพ

3. การทดสอบภาคสนามเชิงปฏิบัติและการปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย (Operational Field Testing and Final Revision) จากโรงเรียนประมาณ 10-30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 40-200 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อจากการทดลองใช้สถานการณ์จริง กล่าวคือ การทดลองใช้สื่อขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย แต่จะอาศัยผู้ประสานงานหรือบุคคลอื่น ๆ ดำเนินการแทน ข้อมูลที่รวบรวมได้จะได้รับการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จริงต่อไป

เมเยอร์ (Mayer, 1984 : 305-344) ได้อธิบายการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกด้วยตนเอง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพิจารณาจากกลุ่มเพื่อน (Judgement by Peers) โดยให้ศึกษาชุดฝึกทีละชุด หลังจากการศึกษาผู้พัฒนาชุดฝึกจะสอบถามความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับชุดฝึก จากนั้นจึงร่วมกันพิจารณาหาข้อบกพร่องเป็นรายหน้า และหลังจากนั้นให้ผู้ศึกษาชุดฝึกตอบแบบสอบถามแบบประมาณค่าและแบบปลายเปิด เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องต่อไปอีก

2. การทดลองกับกลุ่มเด็ก (Trial with Small Group) จากอาสาสมัครประมาณ 3-5 คน มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน หลังจาก ศึกษาเสร็จผู้ศึกษาชุดฝึกจะร่วมกันอภิปรายชี้แจงถึงข้อบกพร่องของชุดฝึก เพื่อการปรับปรุงแก้ไขต่อไป



3. การทดลองกับชั้นเรียนที่เป็นตัวแทน (Trail with Representative Class or Classes) ดำเนินการคล้ายกับขั้นตอนที่ 2 คือ ให้มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เนื่องจากการทดลองใช้สื่อในชั้นเรียนนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ไม่สะดวกต่อการสัมภาษณ์หรือการอภิปรายแบบเดิม ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และจากแบบสอบถาม จะได้รับการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อบกพร่องของสื่อที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับการทดลองและแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ เห็นได้ว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นมาต้องผ่านการทดลองกับกลุ่มทดลองก่อน โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน และปรับปรุงแก้ไขให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การทดลองจะเริ่มจากกลุ่มเล็กไปหากลุ่มใหญ่ การทดลองในแต่ละกลุ่มจะหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขไปเรื่อย ๆ ซึ่งจะทำให้สื่อที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพที่ดี ก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

#### การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ ดำเนินการดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2546 : 171)

1. ประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) ได้มาจากคะแนนแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนทำถูกต้อง ในระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม
2. ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนทำได้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

การคำนวณค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ใช้สถิติในการคำนวณ ดังนี้ การคำนวณหาค่า  $E_1$  (ประสิทธิภาพกระบวนการ)

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100$$

และการคำนวณหาค่า  $E_2$  (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

$$E_2 = \frac{\sum Y/N}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อย



- $\Sigma Y$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน  
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด  
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อย  
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (The Effectiveness Index : E.I.)

ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง หลังจากนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละเท่าใด ซึ่งเป็นการประเมินความแตกต่างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตรดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2546 : 154 ; อ้างอิงมาจาก Goodman, Fletcher and Schneider. 1980 : 30-34)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

หรือ

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

$P_1$  แทน คะแนนสอบก่อนเรียน

$P_2$  แทน คะแนนสอบหลังเรียน

Total แทน คะแนนเต็ม  $\times$  จำนวนนักเรียน

ดัชนีประสิทธิผลมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ค่าดัชนีประสิทธิผลเป็น 0 เมื่อผลรวมคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าคะแนนสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0 และคะแนนสอบหลังเรียนสูงสุด คือ เท่ากับคะแนนเต็ม ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าเท่ากับ 1 ในทางกลับกันถ้าคะแนนสอบก่อนเรียนได้สูงสุด คือ เท่ากับคะแนนเต็ม แต่คะแนนสอบหลังเรียนรวมเป็น 0 ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าเท่ากับ -1

### เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ความหมายของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผดุง อารยะวิญญู (2545 : 116) กล่าวว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีปัญหาด้านการคิดคำนวณ การใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ การนับเลข ตลอดจนไม่สามารถแยกความแตกต่างของขนาดและรูปร่างได้

ศรียา นิยมธรรม (2539 : 43) กล่าวว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องทางการคิดคำนวณ ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของขนาดรูปทรงได้ โยงความสัมพันธ์ของตัวเลขกับสัญลักษณ์ไม่ค่อยได้ และไม่เข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ดังนั้น เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ เด็กที่มีความบกพร่องทางการคิดคำนวณ การแยกแยะความแตกต่างของขนาดรูปทรงและสัญลักษณ์ ตลอดจนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์

### ลักษณะของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ยากลำบากที่สำคัญในการเรียนรู้ การไม่มีความสามารถในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสับสนของแนวความคิดที่สัมพันธ์กันในการเรียนรู้ ในบางครั้งจะหมายถึง dyscalculia คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เสื่อมลง เนื่องจากสมองได้รับบาดเจ็บ หรือเป็นโรค แต่ความหมายในทางการแพทย์จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับระบบประสาทส่วนกลาง ที่เกี่ยวข้องกัน ปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนในโรงเรียน และการดำเนินชีวิตต่อไป เด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ในการอ่าน บางคนมีความชำนาญในด้านคณิตศาสตร์อย่างเห็นได้ชัด ความสับสนทางคณิตศาสตร์มีผลต่อความสำคัญของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะหลายอย่างของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงเข้ากับความยากของคณิตศาสตร์ เช่น ความยากในความสัมพันธ์เกี่ยวกับระยะทาง ความสับสนเกี่ยวกับภาพที่เห็นและความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับเครื่องหมายต่าง ๆ ความยุ่งยากทางภาษา และความผิดปกติต่าง ๆ ของกระบวนการความรู้ที่กล่าวแสดงให้เห็นให้ชัดสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงว่าเด็กแต่ละคนมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน และเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ละคน จะมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งไม่ทุกคนที่จะแสดงให้เห็นลักษณะพิเศษเหล่านี้หรือ ไม่มีเด็กคนใดที่กล่าวว่ามีลักษณะเหล่านี้ทั้งหมด (Lerner. 1985 : 428-429)

### วิธีสอนเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

วิธีสอนเป็นการใช้ประโยชน์ทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ทุกประเภทและเป็นจุดสำคัญสำหรับการสอนและการจัดเตรียมที่ได้ผลตามต้องการ หลักการที่มีการจัดเตรียมจะประกอบด้วย การพัฒนาแนวคิดก่อนการรู้จักตัวเลข การเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ การสอนจากวัตถุจับต้องได้ (รูปธรรม) ไปสู่แนวความคิด (นามธรรม) จัดเตรียมโอกาสและเวลา

สำหรับการฝึกหัดกล่าวอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับแนวความคิดและความชำนาญซึ่งจะเรียนในหลักสูตรจัดการกับจุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน สร้างพื้นฐานที่มั่นคงเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและทักษะในด้านคณิตศาสตร์และจัดเตรียมโปรแกรมด้านคณิตศาสตร์ที่สมดุล (Lerner. 1985 : 446)

### การสร้างความพร้อมสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์

เป็นสิ่งที่สำคัญในการตรวจสอบย้อนกลับไปยังการเรียนเกี่ยวกับจำนวนที่ได้เรียนในอดีตเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนพร้อมสำหรับสิ่งที่ต้องการในปัจจุบัน เวลาและความพยายามที่ลงทุนในการสร้างพื้นฐานที่มั่นคงสามารถปกป้องความยากต่าง ๆ ในเวลาต่อมาขณะที่นักเรียนพยายามที่เคลื่อนที่ให้ก้าวหน้ามากขึ้นและไปสู่กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแนวการคิดนามธรรมมากขึ้น การเรียนรู้จักตัวเลขขั้นพื้นฐานที่จะกล่าวถึง ดังต่อไปนี้เป็นสิ่งสำคัญ (Lerner. 1985 : 446 ; อ้างอิงมาจาก Bley and Thornton. 1981) และต้องทำการสอนถ้าเด็ก ๆ ไม่มีสิ่งเหล่านี้คือ

1. การจับคู่ (แนวความคิดเกี่ยวกับ “ ความเหมือนกัน ” และการแบ่งกลุ่มของวัตถุต่าง ๆ )
2. การจำกลุ่มของวัตถุต่าง ๆ
3. การนับ (การจับคู่ตัวเลขเข้ากับวัตถุ)
4. การบอกตัวเลขซึ่งมาหลังจากการให้ตัวเลข (เช่น อะไรที่มาจากข้างหลัง 7)
5. การเขียนตัวเลข 0 – 10 (ให้เรียงลำดับอย่างถูกต้อง)
6. การวัด จำนวน และการตัดออก
7. ค่าตามลำดับ (การจัดระเบียบของวัตถุให้ถูกต้อง)
8. ความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด
9. กระบวนการทำงาน
10. ระบบทศนิยม (เรียนรู้ระบบของตัวเลขและเครื่องหมาย นอกเหนือเลข 10 และหลัก 10 )

ความก้าวหน้าจากรูปธรรม (วัตถุที่จับต้องได้) ไปสู่นามธรรม (แนวความคิด)

นักเรียนสามารถเข้าใจแนวความคิดด้านคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดเมื่อการสอนก้าวจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ครูควรวางแผนขั้นตอนการสอนเป็น 3 ขั้น

1. รูปธรรม
2. การแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่าง
3. นามธรรม (แนวการคิด)

ในขั้นตอนของรูปธรรม นักเรียนจะทำงานกับวัตถุจริง ๆ ในการเรียนรู้ความชำนาญ ตัวอย่าง เช่น ในขั้นตอนของรูปธรรม นักเรียนสามารถมองเห็นจับต้องและเคลื่อนย้ายกล่อง 2 กล่อง และ 3 กล่อง เพื่อเรียนรู้ว่า เท่ากับ 5 กล่อง ในขั้นตอนการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่างการแสดงให้เห็น ภาพลายเส้นที่เอามาใช้แทนสำหรับวัตถุจริง ตัวอย่าง เช่น วงกลมจะแทนวัตถุในภาพประกอบ ด้านล่าง

$$\bigcirc\bigcirc + \bigcirc\bigcirc\bigcirc = 5$$

ในขั้นตอนของนามธรรม ในที่สุดตัวเลขก็จะแทนที่สัญลักษณ์ภาพลายเส้น

$$2 + 3 = 5$$

### การจัดเตรียมโอกาสสำหรับการฝึกหัดและการพิจารณาตรวจสอบ

นักเรียนต้องการพิจารณาตรวจสอบ การฝึกฝน และการฝึกหัดเป็นอย่างมาก เพื่อเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์

เทคโนโลยี สารสนเทศที่นำมาใช้กับคนพิการในลักษณะบูรณาการ กล่าวคือ นำเอา อุปกรณ์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์และสิ่งอำนวยความสะดวกชนิดอื่น ๆ อีกรวมมาใช้ เช่น เครื่องอ่านหนังสือ ซึ่งเป็นการรวมเอาเทคโนโลยีหลาย ๆ ด้าน เข้าด้วยกัน ได้แก่ เครื่องสแกนเนอร์ โปรแกรม OCR (Optical Character Recognition) เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมอ่านจอภาพ โปรแกรมสังเคราะห์เสียง หรือจอแสดงเบรลล์ เป็นต้น

การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กับคนพิการเป็นสิ่งที่ช่วยคนพิการให้เกิดการเรียนรู้และสามารถพึ่งตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อพิจารณาถึงการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษาทำให้เกิดความเข้าใจ และปลูกจิตสำนึกในสิทธิขั้นพื้นฐานของทุกคนในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร ซึ่งนำไปสู่ความเท่าเทียมกันของด้าน โอกาสในการเรียนรู้การประกอบอาชีพ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศที่อำนวยความสะดวกแก่คนพิการแต่ละประเภทอย่างจริงจัง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นฤมล แสงพรหม (2547 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม โดยมีความมุ่งหมาย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หาดังนี้ประสิทธิผลของบทเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบกับแบบอธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนาทรายวิทยาคม อำเภอพิบูลย์รักษ์ จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ จำนวน 19 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ จำนวน 20 คน ผลการวิจัย ปรากฏว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.42/80.13 ส่วนบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.10/82.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.57 ส่วนบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .60
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก
4. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน
5. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน

อัฐเดช กาบสุวรรณ (2547 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการออกแบบและพัฒนาสภาพแวดล้อมทางการศึกษา โดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หาดังนี้ประสิทธิผล ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ของนิสิตจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนและศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 31 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ จำนวน 17 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลป้อนกลับแบบชี้แนะ จำนวน 14 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้



1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.06/80.88 และมีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6750 และข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.04/82.14 และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6932

2. นิสิตที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. นิสิตที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายคำตอบและที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ มีความคงทนในการเรียนไม่แตกต่างกัน

4. นิสิตที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และที่มีข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ มีความคิดเห็น โดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

กรรณา เกรือชาติ (2548 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง คลื่น วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน และเปรียบเทียบความคงทนทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนแต่ละแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ว 40103 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 120 คน ใช้แบบวัดแบบการเรียนของคอลด์ (Kolb) เพื่อแบ่งรูปแบบการเรียนออกเป็น 4 แบบ ได้แก่ แบบดูซึม จำนวน 26 คน แบบเอกนัย จำนวน 30 คน แบบอเนกนัย จำนวน 32 คน และแบบปรับปรุง จำนวน 32 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.95/83.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69

2. นักเรียนที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันและมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมาก

3. นักเรียนที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบการเรียนแบบอเนกนัย แบบดูซึม แบบเอกนัย และแบบปรับปรุง มีคะแนนเฉลี่ยการเรียนหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีความคงทนความรู้ได้ร้อยละ 79.97, 80.55, 80.19 และ 80.01 ของคะแนนสอบหลังเรียนตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่ที่เน้นรูปแบบของบทเรียน ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละรูปแบบจะ ใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกัน ผลที่ปรากฏแสดงผลความแตกต่างของบทเรียนแต่ละรูปแบบ ซึ่งจะเป็นแนวทางและ



เกิดประโยชน์สำหรับครูผู้สอนที่จะเลือกพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์รูปแบบใด ให้เหมาะสมกับ  
ผู้เรียนและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย  
สอนอเนกทัศน์สังเขปเนื้อหาตามแนวการสอนแบบองค์รวม เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง  
วิทยาศาสตร์ งานวิจัยเรื่องนี้มีความมุ่งหมาย 3 ประการคือ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย  
สอนอเนกทัศน์สังเขปเนื้อหาตามแนวการสอนแบบองค์รวม (คอสร.) เพื่อพัฒนาความคิด  
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนและครู และ  
เพื่อศึกษานำร่องการทำงานเชิงตรรกะของสมองของนักเรียน ที่ได้รับการเร้าจากกิจกรรมโดย  
ภาพรวมการสอนแบบองค์รวมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินการวิจัย  
แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยนำกิจกรรมหลัก 7  
กิจกรรม (ที่ออกแบบไว้เพื่อเร้าการทำงานสมองซีกขวา) มาจัดเรียงให้ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนที่ 2 เป็น  
การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียนและครู ขั้นที่สามเป็นการศึกษานำร่องการทำงานเชิง  
ตรรกะของนักเรียนที่ได้รับการเร้าจากกิจกรรมโดยภาพรวมของการสอนแบบองค์รวมฯ ใช้  
เทคนิค อีอีจี (EEG) เอฟเอฟที (FFT) และทีเอ็มบี (TMB) ในการศึกษา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักเรียนมีความพอใจในระดับ “สูง” ส่วนครูมีความพอใจในระดับ “สูงมาก” ต่อ  
กิจกรรมทุกกิจกรรมของบทเรียน
3. กิจกรรมโดยภาพรวมของบทเรียนฯ มีแนวโน้มในการเร้าการทำงานเชิงตรรกะ  
ของสมองซีกขวาของผู้เรียน

โสภิต จันทร์ชลอ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์บน WEB เรื่อง “บทประยุกต์” การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบน Web วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “บทประยุกต์” ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์บน Web เรื่อง “บทประยุกต์” และแบบทดสอบ  
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอัสสัมชัญแผนกประถม เขตสาทร  
กรุงเทพมหานคร จำนวน 145 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น  
ประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 84.14/80.87 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80  
เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์แปลผล โดยการทดสอบค่าที (t-  
test) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนสอบเฉลี่ยรวมหลัง

เรียน (48.52) สูงกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยรวมก่อนเรียน (19.12) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ด้วยคะแนนที่เพิ่มขึ้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนเด็กที่มีปัญหาทางการเรียน

มณฑิธร อรรถวาที (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างแม่พิมพ์คู่มือสำหรับใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนของผู้พิการทางสายตา กรณีศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแม่พิมพ์คู่มือสำหรับใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนของผู้ พิการทางสายตา กรณีศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของสื่อการเรียน การสอนที่มีต่อแม่พิมพ์คู่มือที่ผู้วิจัยนำแม่พิมพ์และงานพิมพ์ที่ได้จากแม่พิมพ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ซึ่งผลปรากฏว่าแบบประเมินด้าน สื่อการเรียนการสอน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน 0.9586 แบบประเมินด้านเนื้อหา ได้ค่า ความเชื่อมั่นของแบบประเมิน 08600 แบบประเมินด้านอักษรเบรลล์ 0 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบ ประเมิน 0.8705 ความพึงพอใจของผู้พิการทางสายตา

ภกิติ บำเรอ (2549 : บทคัดย่อ) การใช้ตารางแบบฝึกการบวกแบบมีทศที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3/1 โรงเรียน โสตศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียน โสตศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเจาะจงเลือกจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นตารางการบวกแบบมีทศ ที่ออกแบบ อย่างดีโดยใช้แผ่นแม่เหล็กติดหลังตัวเลขขนาดใหญ่ให้เห็นชัดเจน มีการแยกสีประจำหลัก เพื่อ เรียนรู้เรื่องหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย หลักพัน ไม่ให้เกิดความสับสน โดยดัดแปลงฝาตู้เหล็ก (ตู้ใส่เสื้อผ้าของนักเรียนที่ไม่ใช้แล้ว) เป็นกระดานแม่เหล็ก สำหรับแสดงตารางการบวกเลข นอกจากนั้นยังมีแผนการสอนพร้อมแบบทดสอบ เรื่องการบวกแบบมีทศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้ ตารางแบบฝึกการบวกแบบมีทศสูงกว่าก่อนเรียน

จากงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์และการสอนเด็กที่มีปัญหา ทางการเรียนรู้ พบว่า มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพ ความพร้อม และผลการเรียนการสอน ซึ่งสามารถ กระตุ้นการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนรู้ ตลอดจนอำนวยความสะดวกทั้งผู้เรียน และผู้สอนที่จะ ใช้เป็น แหล่งในการเรียนรู้ หรือค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว สามารถเข้าถึง แหล่งในการเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาตามที่ต้องการ การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็น

ทางเลือกที่สำคัญทางหนึ่งที่จะนำมาทดแทนกระบวนการเรียนการสอนตามปกติ หรืออาจใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนหรือสนับสนุนการสอนจากกระบวนการเรียนการสอนตามปกติได้

### งานวิจัยต่างประเทศ

ไรท์ (Wright. 1984 : 1063-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา รัฐในแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ PLATO กลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Apple II และกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติ ใช้เวลาการทดลอง 6 สัปดาห์ ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สเตอร์ลิง (Sterling. 2002 : 2044-A) ได้ศึกษาเพื่อหาทางสร้างเค้าโครงกระบวนการออกแบบและการใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ของนักศึกษา คือการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ซึ่งนำนักศึกษาไปสู่ความเข้าใจรูปแบบของดนตรีได้ดีขึ้น วิธีการศึกษาใช้การสังเกตรูปแบบและชั้นเรียนที่ทำการวิเคราะห์เป็นเวลา 2 ปี ณ มหาวิทยาลัยแมริแลนด์ ควบคู่ไปกับการตรวจสอบรูปแบบและคำอธิบายที่ช่วยสนับสนุนการออกแบบการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นผลของการสังเกตนักศึกษาเหล่านี้ ตลอดจนการเก็บสะสมคำนิยามที่ใช้ภายในโปรแกรมการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมนี้สามารถช่วยให้นักศึกษาเป็นจำนวนมากเข้าใจรูปแบบของดนตรีได้

ดันน์ (Dunn. 2002 : 3002 - A) ได้ศึกษาผลของการสอนอ่านแบบดั้งเดิม (แบบเก่า) กับการสอนอ่าน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 141 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการอ่านแบบดั้งเดิม จำนวน 78 คน กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนอ่านโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 63 คน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้คะแนนผลการอ่านจากการทดสอบความเข้าใจการอ่านทักษะพื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบทดสอบทักษะพื้นฐาน และแบบทดสอบความสามารถและผลสัมฤทธิ์การอ่าน ผลการศึกษาพบว่า มีการปรับปรุงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดสอบก่อนการเรียนถึงการทดลองหลังการเรียน ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามกลุ่มทดลองปฏิบัติได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม ในการปฏิบัติความเข้าใจในการอ่าน คะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนบ่งชี้ว่านักเรียนหญิงโดยภาพรวมปฏิบัติ

ได้ดีกว่านักเรียนชาย โดยไม่คำนึงถึงสภาพการทดลอง นักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองปฏิบัติได้ดีกว่ากลุ่มนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในกลุ่มควบคุมมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนการปฏิบัติกรอ่านในแบบทดสอบทักษะขั้นพื้นฐานของรัฐไอโอวา กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคล่องแคล่วทางภาษาสำหรับทั้ง 2 กลุ่ม ข้อค้นพบเหล่านี้บ่งชี้ว่าบทเรียนการอ่านที่ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการแทรกแซงอาจจะเพิ่มการปฏิบัติความเข้าใจในการอ่าน ในการวัดที่ใช้แบบทดสอบมาตรฐาน

คาโฟริโอ (Caforio, 1994 : 422) ได้ทำการพัฒนาการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนในการพัฒนาเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การพัฒนา และการประเมินความเที่ยงตรง สำหรับใช้ในการสอนเสริมสำหรับนักศึกษาที่เรียนโปรแกรมวัฒนธรรมความงาม ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความเชื่อว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมจะทำให้ นักศึกษามีผลการเรียนดีกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ มีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีปกติ นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาในกลุ่มทดลอง มีระดับสมาธิในการเรียนสูงกว่า และมีความสนใจในการเรียน น้อยกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม โดยสรุปการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมมีศักยภาพในการทำให้นักศึกษาที่เรียนวิชาวัฒนธรรมความงามมีผลการเรียนดีเพิ่มขึ้น

ไอนิโน (Iino, 1999 : 428) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนระบบพิกัด Cartesian กับนักเรียนเกรด 9,10 และ 11 จำนวน 32 คน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ประกอบด้วย การสอนบทบทวน 2 ตอน ปัญหา 2 ตอน และบทเรียนเสริมอื่น ๆ อีกจำนวนหนึ่ง โดยใช้รูปแบบการศึกษาแบบ Pretest – Posttest พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อสภาพแวดล้อมการเรียน รู้เนื้อหาพีชคณิตดังกล่าว

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยเทคโนโลยีเข้าช่วยสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี จนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการพัฒนาและเลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นไม่ว่ากลุ่มผู้เรียนจะเป็นเด็กปกติหรือเด็กพิเศษ ก็สามารถเรียนจากบทเรียนได้โดยมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้เพิ่มขึ้น