

เอกสารวิทยาเขตฯ  
ห้ามนำออกจากห้องสมุด  
ใช้เฉพาะ ชั้น 5 เท่านั้น



การประดิษฐ์และการพัฒนาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้  
เรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ

The Invention and Development of the Efficiency's Computer Assisted  
Instruction for Vector in Three Dimensions

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ประสงค์

RMUTK - CARIT



3 2000 00095514 8

ปีงบประมาณผลประโยชน์ ประจำปี 2549



การประดิษฐ์และการพัฒนาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้  
เรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ

The Invention and Development of the Efficiency's Computer Assisted  
Instruction for Vector in Three Dimensions

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ประสงค์



RMUTK - CARIT



พิมพ์ประมาณผลประโยชน์ ประจำปี 2549

กิตติกรรมประกาศ

เลขที่.....  
เลขประจำตัว.....  
ปี เดือน ปี.....

การวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลงได้ต้องขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี  
และขอขอบคุณอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อนุมัติงบประมาณเงิน  
ผลประโยชน์ประจำปี 2549 สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

มนัส ประสงค์  
ผู้วิจัย

|           |                                                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| เรื่อง    | การประดิษฐ์และการพัฒนาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้<br>เรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ |
| ผู้วิจัย  | ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ประสงค์                                                      |
| หน่วยงาน  | สาขาวิชาคณิตศาสตร์                                                                  |
| ปี (พ.ศ.) | 2550                                                                                |

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ โดยทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80 / 80 และหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ และ 2) แบบทดสอบ

หลังจากที่สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบทดสอบตามขั้นตอนแล้ว ได้นำไปทดลองหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 40 คน ซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อน โดยทำการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ทดลองกับกลุ่มย่อยใช้นักศึกษาจำนวน 10 คน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และ 2) นำไปทดลองภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปผล

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพ 81.21 / 80.66 สูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่ตั้งไว้และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นบทเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปเผยแพร่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



Research Title: The Invention and Development of the Efficiency's Computer Assisted Instruction for Vector in Three Dimensions

Researcher: Assistant Prof. Manus Prasong

Organization: Rajamangala University of Technology Krungthep

Year: 2007

#### ABSTRACT

The purposes of the experimental research were to develop the computer assisted instruction for Vector in three dimensions to evaluate the efficiency of the lessons based on the criterion 80 / 80 , and to determine the learners' learning achievement. The instruments used in this research were ; 1) the computer assisted instruction for Vector in three dimensions ; 2) the achievement test.

The computer assisted instruction was evaluated by the 40 students who were studying in The Faculty of Engineering level 1 at Rajamangala University of Technology Krungthep and had never studied this content. The evaluation process was conducted by two ; Steps 1) to test with ten students to improve the lessons and 2) to test with 30 students to evaluate the computer assisted instruction efficiency and determine the learning achievement.

The result of this study could be concluded that computer assisted instruction had efficiency criterion 81.21 / 80.66 above the 80/80 criteria established and learners gained the learning achievement.

## สารบัญ

|                                                           | หน้า |
|-----------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                           | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                           | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                        | ค    |
| สารบัญ                                                    | ง    |
| สารบัญตาราง                                               | ฉ    |
| สารบัญภาพประกอบ                                           | ช    |
| บทที่ 1 บทนำ                                              | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                        | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                               | 2    |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย                                   | 2    |
| 1.4 ขอบเขตเบื้องต้นของการวิจัย                            | 3    |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย                                     | 3    |
| 1.6 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย                          | 4    |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                             | 5    |
| บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง               | 6    |
| 2.1 กรอบความคิดในการสร้างสื่อการเรียนการสอน               | 6    |
| 2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน          | 7    |
| 2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                     | 17   |
| 2.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน               | 27   |
| 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 30   |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน            | 33   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                | 41   |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง                               | 41   |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย                            | 42   |
| 3.3 วิธีดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล                     | 49   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                                                 | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล                                                                                          | 51   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                                                              | 56   |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ                                                   | 56   |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                                                                 | 57   |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนรู้<br>ของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 58   |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ                                                                  | 64   |
| 4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน และข้อมูลที่ได้<br>จากการสังเกตขณะทดลองภาคสนาม          | 66   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ                                                                  | 69   |
| 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                                                                     | 69   |
| 5.2 สมมติฐานของการวิจัย                                                                                         | 69   |
| 5.3 กลุ่มประชากร                                                                                                | 69   |
| 5.4 กลุ่มตัวอย่าง                                                                                               | 69   |
| 5.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย                                                                                  | 70   |
| 5.6 วิธีดำเนินการวิจัย                                                                                          | 71   |
| 5.7 สรุปผลการวิจัย                                                                                              | 72   |
| 5.8 อภิปรายผลการวิจัย                                                                                           | 73   |
| 5.9 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้                                                                               | 74   |
| 5.10 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป                                                                             | 75   |
| บรรณานุกรม                                                                                                      | 76   |
| ภาคผนวก แบบประเมิน                                                                                              | 81   |
| ประวัติผู้วิจัย                                                                                                 | 88   |

## สารบัญตาราง

|                                                                            | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                                 |      |
| ตารางที่ 3.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม                                 | 45   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                         |      |
| ตารางที่ 4.1 ผลการหาค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก(D)                  |      |
| ของแบบทดสอบ                                                                | 57   |
| ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                            | 57   |
| ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์              |      |
| ช่วยการสอน/กลุ่มย่อย                                                       | 58   |
| ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนจากบทเรียน |      |
| คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน / กลุ่มย่อย                                          | 59   |
| ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์              |      |
| ช่วยการสอน / ภาคสนาม                                                       | 61   |
| ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนจากบทเรียน |      |
| คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน / ภาคสนาม                                            | 62   |
| ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ                         | 64   |
| ตารางที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างในขณะทดลอง      | 66   |

## สารบัญภาพประกอบ

|                                              | หน้า |
|----------------------------------------------|------|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                   |      |
| ภาพที่ 1 แผนภูมิระดมสมอง (Brain storm chart) | 43   |
| ภาพที่ 2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์            | 43   |
| ภาพที่ 3 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา              | 44   |
| ภาพที่ 4 แผนภูมิการนำเสนอในแต่ละเรื่อง       | 46   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์นับได้ว่าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่นำมาใช้ในทุกวิชาชีพ การพัฒนาคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ก็เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ราคาถูกลง การซื้อหามาใช้จึงเป็นเรื่องปกติ แม้แต่ในวงการศึกษาเอง ก็ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานในด้านต่างๆ รวมทั้งด้านการเรียนการสอนด้วย โดยเฉพาะนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้น่าสนใจยิ่งขึ้น เพราะสื่อคอมพิวเตอร์สามารถส่งถ่ายข้อมูลผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสได้หลายทาง เช่น ทางหู และ ทางตาเป็นต้น โดยแสดงออกได้ทั้ง ภาพ และ เสียง รวมทั้งสารสนเทศอื่น ได้แก่ อักษร (Text) ภาพกราฟิก (Graphic) ภาพ 3 มิติ (3D Objects) ภาพวิดีโอ (Video) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเสียง (Sound)

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ มากมาย และต้องอาศัยการคิดที่เป็นแบบแผน มีขั้นตอน มีเหตุผล จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับความรู้ที่ถูกต้อง วิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน มีแบบแผน จึงจะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เพราะถ้าผู้เรียนได้รับความรู้ที่ไม่มีแบบแผนหรือไม่มีขั้นตอนแล้ว เมื่อพบเนื้อหาที่ซับซ้อนขึ้น ผู้เรียนก็จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เกิดปัญหา การเรียนไม่เข้าใจ ไม่ประสบความสำเร็จ เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน

จากผลการวิจัย พบว่าเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากครูผู้สอน ไม่สามารถหาวิธีการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการ ความถนัดหรือความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียนได้ และวิธีสอนของครูก็สอนผู้เรียนทุกคนอย่างเดียวกัน โดยมีได้คำนึงถึงความสามารถของผู้เรียนว่า ใครเรียนได้เร็ว เรียนได้ช้า (จารึก ศรีคุณโน : 2535 )

ปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งคือ การขาดแคลนครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ต้องใช้ผู้สอนที่ไม่มีความชำนาญพอมาสอน ซึ่งผู้สอนก็จะใช้วิธีเปิดตำราสอน ทำให้ไม่เกิดแรงกระตุ้นในการเรียน เป็นเหตุให้ผู้เรียนไม่สนใจ และไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

ในการจัดการเรียนการสอน จุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ การสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้เรียนด้วย ซึ่งได้แก่ ความพร้อมทางด้านอารมณ์และความพร้อมทางด้านพื้นฐานความรู้ นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย เป็นที่ยอมรับกันว่า การสอนที่ดีที่สุด คือ การสอนแบบเอกัตบุคคล หรือ การเรียนการสอนแบบรายบุคคล ( เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต 2525 : 2 )

เพื่อที่จะจัดให้มีการเรียนรู้แบบรายบุคคลมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนารูปแบบของบทเรียนขึ้นที่เรียกว่า บทเรียนแบบโปรแกรม และต่อมา ได้พัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน โดยบทเรียนจะเสนอเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และยักรวมถึงการวัดผล การทบทวน การทำแบบฝึกหัดอีกด้วย (ทักษิณา สนวนานนท์ 2529: 206) ในระหว่างที่ผู้เรียนศึกษาบทเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถโต้ตอบ ตอบคำถาม และสามารถทราบคำตอบได้ทันที และสามารถเรียนบทเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามต้องการ ซึ่งเหมาะกับผู้ที่ต้องการจะนำไปศึกษาด้วยตนเอง

ผู้วิจัยมีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์มานาน ได้พบปัญหาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงได้คิดพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ" เพราะเรื่องนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญเรื่องหนึ่ง ในการศึกษาวิชาแคลคูลัสและวิชาฟิสิกส์ในระดับสูงต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง "เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ"
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียน
- 1.2.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น

1.3.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับดี

#### 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึง เพศ อายุ และเวลาที่ใช้ในการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2 ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเพื่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ" เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และหาประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

##### 1.5.1 เนื้อหาวิชา

เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก
2. การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์
3. ผลคูณเชิงสเกลาร์
4. ผลคูณเชิงเวกเตอร์
5. บทประยุกต์ของเวกเตอร์

##### 1.5.2 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

##### 1.5.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จากกลุ่มประชากรที่สนใจการเรียนการสอนโดยให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

##### 1.5.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แยกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

**กลุ่มที่ 1** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความจำนวน ข้อคำถาม เพื่อตรวจสอบการสื่อความหมายที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียนคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อน จำนวน 10 คน



## กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อน จำนวน 30 คน

### 1.5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ

ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ได้เรียนเนื้อหาเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ จำนวน 150 คน

## 1.5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1.5.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ

1.5.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ก. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข. ประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียน ที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ค. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 1.6 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

### 1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI)

หมายถึง ชุดคำสั่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยบรรจุข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำบทเรียน ในหัวข้อเรื่อง เวกเตอร์ ในปริภูมิ 3 มิติ มีกิจกรรมในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยที่ผู้เรียน สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

### 1.6.2 แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินความรู้ของผู้เรียน ที่เรียนจากบท

เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน , แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

### 1.6.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของ

บทเรียนซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E1/E2

E1 หมายถึง ประสิทธิภาพในกระบวนการเรียน ซึ่งหาได้จากคะแนนเฉลี่ยของ

กลุ่มผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ

E2 หมายถึง ประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน ซึ่งหาได้จากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ

1.6.4 **ประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียน** หมายถึง ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนสอบของกลุ่มผู้เรียนหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนสูงกว่าผลคะแนนสอบของกลุ่มผู้เรียนก่อนเรียนบทเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 1.7 ประโยชน์ของผลวิจัย

1.7.1 อาจารย์ที่สอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ สามารถนำบทเรียนช่วยสอนไปใช้เป็นสื่อการสอนได้

1.7.2 นักศึกษาสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ไปศึกษาด้วยตัวเองได้

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประดิษฐ์และการพัฒนาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้เป็นสื่อช่วยการเรียนรู้การสอนของผู้สอนและ ผู้เรียน ในเรื่องเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำการวิจัยดังต่อไปนี้

- 2.1 กรอบความคิดในการสร้างสื่อการเรียนการสอน
- 2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2.1 กรอบความคิดในการสร้างสื่อการเรียนการสอน

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตสื่อการเรียนการสอน ดังนั้น ในการผลิตสื่อการเรียนการสอน จึงต้องมีการจัดระบบการผลิตซึ่งยึดหลักเกณฑ์เดียวกับการจัดระบบสื่อการเรียนการสอนที่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล โดยอาศัยแนวความคิดของนักจิตวิทยาการศึกษา เจมส์ เอส สกินเนอร์ (Jame S. Skinner) ที่กล่าวว่า ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ 5 ประการ คือ

1. ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอน ๆ ให้มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน (Gradual approximation) โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีที่ว่า "ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอด ให้ผู้เรียนเป็นตอน ๆ ให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมาก ๆ" ซึ่งในส่วนนี้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูลเนื้อหาวิชาทีละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

2. จัดประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง

(Active Participation) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อกิจกรรมที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน

3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้ และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จ (Immediately Feedback) หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จโดยทันที ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้เป็นจุดเด่นของระบบคอมพิวเตอร์ ที่ดีกว่าสื่ออื่น ๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ ผู้เรียนสามารถแอบดูคำเฉลย หรือ คำเฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบหรือปฏิบัติกิจกรรม แต่สำหรับสื่อคอมพิวเตอร์นั้น สามารถซ่อนคำตอบไว้ จนกว่าผู้เรียนจะปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จ จึงจะแสดงผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้นว่าผลที่ได้ ถูกหรือผิดในทันทีทันใด

4. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successive Experience) คือ การดำเนินการจัดการชักนำเข้าสู่กิจกรรมที่ถูกต้อง ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นที่ผ่านมาทั้ง 3 ข้อโดยเคร่งครัด ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว โดยที่เนื้อหาวิชาถูกแบ่งเป็นขั้นเป็นตอนสั้น ๆ ทำให้ผู้เรียนไม่ต้องวิตกกังวลในเรื่องปริมาณความรู้ และปัญหาการจำและการลืม ก็จะหมดไป ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ของความสำเร็จ หลังจากมีการเฉลยกิจกรรมในทางสร้างสรรค์ความสำเร็จมากกว่าความผิดหวัง

5. จัดประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) เช่น การให้รางวัล อันได้แก่ คำชมเชย หรือ รางวัลในรูปแบบต่าง ๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะให้ได้ เพื่อเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนในแต่ละขั้น ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้สูงกว่าปกติ ไม่เลิกเรียนกลางคัน

นอกจากนี้ยังคำนึงถึงหลักการพื้นฐานที่สำคัญของการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ

1. เป็นการสนองความต้องการ การเรียนการสอนแบบรายบุคคล
2. เป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ
3. เป็นการเพิ่มพูนความรู้ใหม่ในการเรียน
4. เป็นการเตรียมบทเรียนที่ได้วางแผนไว้เป็นอย่างดีถูกต้องตามหลักสูตร

## 2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในหัวข้อการจัดการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจะกล่าวถึง

### 2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.2 ความเป็นมาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.3 รูปแบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.4 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน

2.2.5 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือ CAI และนอกจากคำนี้แล้วยังมีคำอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกันเช่น Computer Aided Instruction (CAI), Computer Assisted Learning (CAL), Computer Aided Learning (CAL), Computer Based Instruction (CBI), Computer Based Learning (CBL), Computer Based Education (CBE), Computer Based Training (CBT), (Hawley, 1987:151; Stolurow, 1971:394; ทักษิณา สนวนานท์, 2530:215; นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2531:24-28 ; ยืน ภู่วรรณ , 2531:121)

สำหรับความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายแง่มุมดังนี้

วีระ ไทยพานิช (2526: 8) ได้ให้ความหมาย เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่าเป็นวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ

กำพล ดำรงวงศ์ (2528:150) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราว ซึ่งเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

ทักษิณา สนวนานท์ (2529: 56-57) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ทบทวน ทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล

ยืน ภู่วรรณ (2529: 121) ได้ให้ความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่า คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเอาเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีสอนมาบันทึกไว้ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

วนิชฐา ชานนท์ (2531: 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่ เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และ การทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า courseware โดยที่ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์

พิสนธิ์ จงตระกูล (2532: 2) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการศึกษาชนิดหนึ่ง เพื่อใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองเช่นเดียวกับ ตำรา ภาพสไลด์ประกอบเสียง ภาพยนตร์ เป็นต้น

ช่วงโชติ พันธุเวช (2534:16) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ และช่วยในการเรียนและการสอนศาสตร์ต่าง ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากบทเรียนในศาสตร์ต่าง ๆ นั้น

นงนุช วรรณวนะ (2535:74) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเป็นสื่อในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น มาในรูปแบบโปรแกรมฝึกทักษะ (Drill and Practice) โปรแกรมบททวนบทเรียน (tutorial) ฯลฯ

สทูลุโรว์ Stolorow (1971: 390 - 400) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นวิธีการสอนแบบรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดหาประสบการณ์ที่สัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลอย่างแท้จริง

ซิพปี Sippl (1981:77) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าหมายถึง การประยุกต์คอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของผู้เรียน การประยุกต์นั้นเป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะบอกข้อบกพร่องของผู้เรียนได้เมื่อผู้เรียนกระทำผิดพลาด

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างมีระเบียบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน มีการโต้ตอบระหว่างเครื่องกับผู้เรียน ซึ่งเป็นวิถีทางของการเรียนการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสมและสามารถให้ร่วมกับสื่อชนิดอื่นได้

## 2.2.2 ความเป็นมาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในต่างประเทศ เริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามามีใช้ในสถานศึกษาครั้งแรก ราวปลายปี ค.ศ.1950 (พ.ศ.2493) โดยมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ เพื่อวัตถุประสงค์ในงานบริหารและบางหน่วยงานนำมาใช้เพื่องานวิจัยด้านการศึกษา งานวิจัยที่มีชื่อเสียงโครงการหนึ่ง คือโครงการ PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation) ซึ่งดำเนินการในมหา

วิทยาลัยอิลลินอยส์สหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้คอมพิวเตอร์ระบบใหญ่เป็นฐานในการเรียนการสอน โครงการนี้ได้พัฒนาขึ้น ในปี ค.ศ.1970 (พ.ศ.2513) การทำงานของโปรแกรมสามารถให้ผู้เรียนใช้ศึกษาในเวลาเดียวกันได้ถึง 600 คน (นงนุช วรรณวนะ 2534: 69 -71)

สำหรับในประเทศไทย การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา ในระยะแรกได้เริ่มในมหาวิทยาลัยก่อนในปี พ.ศ. 2503 เป็นคอมพิวเตอร์ระบบใหญ่ โดยนำมาใช้งานด้านบริหาร ต่อมาในปี พ.ศ. 2522 กระทรวงศึกษาธิการได้เริ่มนำคอมพิวเตอร์ระบบใหญ่มาใช้งาน (นงนุช วรรณวนะ 2534 : 69 -71) ส่วนการพัฒนากระบวนการคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มขึ้นในปี พ.ศ.2525 โดยภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ ต่อมาคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้จัดสรรทุนทำการวิจัย เพื่อพัฒนาต้นแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ในปี พ.ศ.2529 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้ทำสัญญากับมหาวิทยาลัยเกุลฟ ( The University of Gulph ) แห่งประเทศแคนาดา เพื่อร่วมกันพัฒนาระบบไวทัล (VITAL) และระบบโทด (TOAD-Test on A disk ) ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการเรียนการสอนรายบุคคล (นิพนธ์ สุขปรดี 2532 : 24-25 ) ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 นงนุช วรรณวนะ และคณะ ได้พัฒนาโปรแกรมไทยทัศน์ 1.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยในโปรแกรมเป็นระบบสร้างบทเรียนภาษาไทย ต่อมาได้พัฒนาเป็นโปรแกรมไทยทัศน์ 2.0 ในปี พ.ศ.2536 โดยปรับปรุงความสามารถในการเก็บภาพสื่อกำรป้อนข้อความแทรกบนกราฟฟิก นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในการใช้งาน โดยสามารถใช้เมาส์ควบคุมสั่งงานได้อีกด้วย ส่วนในโรงเรียนเมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งานในด้านต่าง ๆ จึงเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียน

## 2.2.3 รูปแบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายประเภท ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งาน และวิธีการนำเสนอบทเรียนได้ ดังนี้

- 2.2.3.1 โปรแกรมแบบการสอน (Instruction)
- 2.2.3.2 โปรแกรมแบบสอนซ่อมเสริม (Tutorial)
- 2.2.3.3 โปรแกรมแบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice)
- 2.2.3.4 โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (Simulation)
- 2.2.3.5 โปรแกรมแบบเกมการศึกษา (Instructional Game)
- 2.2.3.6 โปรแกรมการสาธิต (Demonstration)

2.2.3.7 โปรแกรมแบบทดสอบ (Test Application)

2.2.3.8 โปรแกรมแบบไต่ถาม (Inquiry)

2.2.3.9 โปรแกรมแบบสนทนา (Dialogue)

2.2.3.10 โปรแกรมแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving)

2.2.3.11 โปรแกรมแบบรวมวิธีการต่าง ๆ (Combination)

(ครุฑิต มาลัยวงศ์, ชวรงค์ วัฒนวิทย์, ทักษิณา สอนานนท์, นงนุช วรรณวณะ, นกปิ่น อนุพันธ์ศิริชัย, ผึ้ง อารยะวิญญู, พรพรรณ ไชยยากร, และ ยืน ภู่วรรณ)

### 2.2.3.1 โปรแกรมแบบการสอน (Instruction)

โปรแกรม CAI ประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหา หรือ หลักการของวิชาให้มากที่สุด นั่นคือ จะให้คอมพิวเตอร์มีบทบาทมากที่สุด ซึ่งโปรแกรม CAI ประเภทนี้มีลักษณะเป็นการสอนสิ่งใหม่แทนครูซึ่งจะเป็นการพัฒนาแบบของการศึกษาด้วยตนเอง จะเป็นชุดการสอนที่จะต้องใช้เวลาและทักษะในการพัฒนาที่สูงมาก เพราะจะยากเกินกว่าที่ผู้สอนจะพัฒนาชุดการสอนแบบโมดูล หรือแบบโปรแกรมที่เป็นตำรา โดยจะมีการเสนอเนื้อหาและถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษาไป และผลการเรียนของผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตัดสินว่า ผู้เรียนควรเรียนเนื้อหาต่อไป หรือควรจะได้รับคำอธิบายเพิ่มเติม หรือย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ โดยในการทำแบบฝึกหัดนั้น จะมีการแสดงผลย้อนกลับและการเสริมแรง ถ้าผู้เรียนยังไม่เข้าใจ สามารถย้อนกลับไปดูบทเรียนนั้น ๆ หรือขอคำอธิบายเพิ่มเติมได้ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ มีรูปแบบการนำเสนอดังนี้

#### ก. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Program) ใช้สำหรับการสอน

เนื้อหาของวิชาต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้น คอมพิวเตอร์จะมีบทบาทเป็นผู้สอนเนื้อหาของบทเรียน อาจจะเป็นเฟรม ๆ ตั้งแต่เฟรมแรกไปจนถึงเฟรมสุดท้าย แล้วให้ตอบคำถามท้ายบทเรียน หรืออีกวิธีการหนึ่งคือเสนอเนื้อหาบทเรียนเป็นตอน ๆ แต่ละตอน อาจจะมีตั้งแต่ 1 เฟรมขึ้นไป พอจบบทเรียนแต่ละตอนแล้วมีคำถามท้ายบท ถ้าการตอบคำถามท้ายบทไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนสามารถกลับไปทบทวนบทเรียนใหม่ ก่อนที่จะขึ้นบทเรียนหรือตอนใหม่ต่อไป

#### ข. บทเรียนแบบสาขา (Branching Tutorial) โปรแกรมประเภทนี้เป็น

การสอนเนื้อหาและบทเรียนหลาย ๆ หัวข้อ แล้วให้ผู้เรียนเลือกบทเรียนตามความต้องการ ดังนั้น จึงเหมาะกับบทเรียนที่มีเนื้อหาหลากหลาย การเสนอเนื้อหาแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสมกับระดับชั้น เพื่อให้ไม่ต้องใช้เวลาามาก และนำเบื่อจนเกินไป การเสนอเนื้อหาแบบนี้ ผู้สอนในวิชา



นั้น ๆ จะต้องรู้ว่า เนื้อหาตอนใด หัวข้อใดเรื่องใด ควรเน้นเรื่องใดควรมาก่อน-หลัง หลังจาก การศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่องแล้วจะมีคำถามท้ายบทลักษณะของโปรแกรมชนิดนี้ มีการออกแบบ และการสร้างยุ่งยากกว่าแบบแนวตั้ง แต่สร้างบทเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งกว้างและลึก ผู้เรียน สามารถเลือกบทเรียนได้ตามความถนัดและสนใจ

### 2.2.3.2 โปรแกรมแบบสอนซ่อมเสริม (Tutorial)

เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันมากสร้างขึ้นในลักษณะบทเรียนโปรแกรม จะมีการบ สอนเป็นบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ เป็นการสอนสิ่งใหม่ ที่ผู้เรียนไม่ เคยเรียนมาก่อน โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาวิชาเป็นระบบเรียงลำดับจากง่ายไปยาก มีการบ คำถาม จะมีการตั้งคำถามของเนื้อหาที่เพิ่งจะเรียนจบไป เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ มีการตรวจ คำตอบ และมีการแสดงผลย้อนกลับ ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนกรอบต่อไป ถ้าตอบผิด ก็จะมีการ ช่วยเหลือ หรือสอนซ่อมเสริมเสียก่อน ส่วนประกอบของโปรแกรมประกอบด้วย

1. บทนำ
2. เสนอเนื้อหารายละเอียด
3. คำถามและคำตอบ
4. การตัดสินคำตอบ
5. ให้ข้อมูลป้อนกลับหรือแก้ไข
6. การซ่อมเสริม

### 2.2.3.3 โปรแกรมแบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice)

เป็นโปรแกรมที่สร้างง่ายธรรมดาที่สุด มีลักษณะเด่น คือ การเสนอคำถาม หรือ ปัญหาซ้ำๆ ในทำนองเดียวกัน จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก ให้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนเนื้อหา บทที่เรียนไปแล้ว โดยออกแบบไว้สำหรับการทบทวนการทำแบบฝึกหัด ฝึกทักษะ โดยมุ่งพัฒนา ความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น การสะกด การอ่าน และนิยมใช้กัน มากในการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ คำถามในโปรแกรมแบบนี้ ควรได้ผ่านการวิเคราะห์หาค่าสถิติมาแล้วโปรแกรมที่ดีควรมีการประเมินข้อบกพร่องของผู้เรียน ว่าจำเป็นต้องฝึกหัดที่ระดับ ความรู้ใด และบอกสาเหตุของความบกพร่องในการตอบผิด ส่วนประกอบของโปรแกรม แบบฝึกหัดมี ดังนี้

1. บทนำ
2. การเลือกคำถามหรือปัญหา
3. คำถามและคำตอบ

4. การตัดสินใจคำตอบ
5. ให้ข้อมูลป้อนกลับ
6. จบโปรแกรม

#### 2.2.3.4 โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

เป็นการจำลองสถานการณ์ ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง โดยมีเหตุการณ์ สมมติหรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสถานการณ์จริงในบางครั้งอาจเกิดอันตราย หรือสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การทดลองทางเคมี การจรวจ การฝึกหัดผ่าตัดของ ได้มีโอกาสวิเคราะห์ ตัดสินใจและโต้ตอบมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทางจุดมุ่งหมายของการใช้โปรแกรมนี้นี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียน ได้สร้างรูปแบบการตอบสนอง ที่เป็นประโยชน์กับเหตุการณ์จริงและเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ โปรแกรมนี้เน้นให้ผู้เรียนรู้จักการปฏิบัติจริงในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำลองจากสภาพจริง ที่เกิดขึ้นโดยโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์แบ่งเป็น 4 ประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. **การจำลองสถานการณ์เชิงกายภาพ** เป็นการจำลองสถานการณ์เกี่ยวกับเครื่องจักรกล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้ วิธีการบังคับ ให้เครื่องจักรกลนั้นทำงานหรือเกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ที่จะต้องใช้ ในการทดลอง เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การจำลองเครื่องคิดเลขเพื่อให้ฝึกหัดใช้เครื่องคิดเลข เป็นต้น
2. **การจำลองสถานการณ์เชิงขั้นตอนการทำงาน** เป็นการจำลองสถานการณ์เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ เช่น การใช้เครื่องคิดเลข การใช้โทรศัพท์ การแยกสาร การวินิจฉัยสาเหตุที่เครื่องยนต์ขัดข้อง เป็นต้น
3. **การจำลองสถานการณ์เชิงเหตุการณ์** เป็นการจำลองสถานการณ์เกี่ยวกับทัศนคติ ความคิดเห็น และ พฤติกรรมของมนุษย์ในเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไป จะเน้นให้ผู้เรียนค้นหาผลลัพธ์ ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์นั้น ตัวอย่างโปรแกรมประเภทนี้ เช่น โปรแกรม Tenure ซึ่งให้ผู้เล่นสวมบทบาทของครูใหม่ เพื่อแก้ปัญหาด้านผู้เรียน ปัญหาผู้ร่วมงาน และ ผู้อำนวยการ โดยโปรแกรมจะสุ่มให้ตัวละครในเรื่องมีบทบาทต่าง ๆ ผู้เล่นต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เมื่อจบโปรแกรมจะได้รับการประเมินว่าครูคนนี้จะได้รับการว่าจ้างหรือไม่
4. **การจำลองสถานการณ์เชิงกระบวนการ** เป็นการจำลองสถานการณ์ ที่ผู้เรียนไม่ได้ร่วมมีบทบาท แต่คอยสังเกตดูกระบวนการที่เกิดขึ้นสามารถเร่ง หรือลดความ

เร็วของสถานการณ์นั้นได้ เช่น โปรแกรมด้านเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ในอนาคต โปรแกรมการคาดคะเนจำนวนประชากรกลุ่มต่าง ๆ เป็นต้น

### 2.2.3.5 โปรแกรมแบบเกมการศึกษา (Instructional Game)

โปรแกรมประเภทนี้จะออกแบบเพื่อให้ ทั้งความรู้และความบันเทิง ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานและเป็นสื่อกลางการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง ทฤษฎี กระบวนการตัดสินใจ นอกจากนี้ ยังเกิดทักษะการแข่งขันความรู้สึกรู้สึกของการ แพ้-ชนะเหตุผลที่ดี และไม่ดี การเลือกโปรแกรมเกมควรให้เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประโยชน์ และมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา

โปรแกรมเกมแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. เกมผจญภัย
2. เกมคำศัพท์
3. เกมกระดาน
4. เกมไฟ
5. เกมการต่อสู้
6. เกมตรรก
7. เกมฝึกทักษะ
8. เกมบทบาทสมมติ

### 2.2.3.6 โปรแกรมการสาธิต (Demonstration)

โปรแกรมประเภทนี้มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู วัตถุประสงค์ของโปรแกรมนี้เพื่อใช้สาธิตประกอบการบรรยายเนื้อหาหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการแสดงขั้นตอน หรือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เช่น การโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาล โครงสร้างอะตอม การหมุนเวียนของโลหิต การไหลของกระแสไฟฟ้าในมหาสมุทร การย่อยอาหาร การเขียนกราฟแสดงรายละเอียด เป็นต้น

### 2.2.3.7 โปรแกรมแบบทดสอบ (Test Application)

เป็นโปรแกรมที่ใช้ทดสอบผู้เรียนโดยตรง หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหา หรือฝึกปฏิบัติแล้ว โดยสร้างข้อสอบที่ต้องการสอบไว้ล่วงหน้าในแผ่นโปรแกรมการสอบลักษณะนี้ จะช่วย

ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสอบคอมพิวเตอร์ จะรับคำตอบและทำการบันทึกผล ประมวลผล ตรวจให้คะแนน และแสดงผลการสอบให้ผู้เรียน ทราบทันทีที่ทำการสอบเสร็จ

### 2.2.3.8 โปรแกรมแบบไต่ถาม (Inquiry)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงหรือข่าวสาร ที่เป็นประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันที เมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้โดยการใส่รหัสให้ตรงกับรหัสของข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสของผู้เรียนจะทำให้ คอมพิวเตอร์ช่วย การสอน แสดงข้อมูลซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

### 2.2.3.9 โปรแกรมแบบสนทนา (Dialogue)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะนำเสนอบทเรียนในลักษณะคล้ายการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียง ก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะการตั้งปัญหา ก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

### 2.2.3.10 โปรแกรมแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving)

โปรแกรม CAI ประเภทนี้เป็นการเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนจะต้อง พยายามที่จะหาวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ ลักษณะบทเรียนแบบนี้จะคล้าย ๆ กับแบบสถานการณ์จำลอง แต่แบบการแก้ปัญหาต่าง ๆ จะเน้นขบวนการคิดในระดับที่สูงกว่า เรื่องของขบวนการ ในด้านการ ใช้เหตุผล เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณา ไปตาม เกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ ซึ่งการแก้ปัญหามองว่า ผู้เรียนจะ ชอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาดูด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อนก็เท่า กับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

### 2.2.3.11 โปรแกรมแบบรวมวิธีการต่าง ๆ (Combination)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้ จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนหรือองค์ประกอบและภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่ง ๆ อาจจะมีลักษณะที่เป็น โปรแกรมแบบการสอน(Tutorial Instruction) โปรแกรมแบบเกมสอน (Instructional Games) โปรแกรมแบบไต่ถาม (Inquiry) โปรแกรมแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) และโปรแกรมแบบฝึกหัด (Drill and Practice) อยู่รวมกัน

## 2.2.4 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นลักษณะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกคาบเรียน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำในการใช้บทเรียนและให้คำปรึกษาในเนื้อหาของบทเรียนตลอดทุกคาบเรียน และผู้เรียนจะใช้แบบฝึกปฏิบัติควบคู่กับการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินทดสอบผู้เรียนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขึ้นตอนการเรียน การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และการใช้แบบฝึกปฏิบัติ
2. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบ
3. ผู้เรียนเปิดเครื่องใช้โปรแกรม windows และเลือก File Manager เริ่มใช้ File เรียนลำดับตามที่ปรากฏในแบบฝึกปฏิบัติ
4. เมื่อเรียนจบแต่ละตอนหรือหน่วยย่อย จะมีการอภิปราย และ ชักถามสรุปความหมาย

5. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน และตรวจคำตอบ
6. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในแบบฝึกปฏิบัติ
7. เมื่อศึกษาจบบทเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 2.2.5 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผศ.ทิพย์ อมาตยกุล (2531 : 22-23 ) ได้สรุปประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วย

การ

สอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมการเรียนการสอนรายบุคคล หรือการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล
2. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนซ้ำได้ตามความต้องการ
3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบได้ก่อน เท่ากับเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงๆ ก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป
4. มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทันที และให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว
5. ลดการเสียเวลาในการเรียน
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ ผู้เรียนจะ

ไม่รู้สึกลายเพื่อนถ้าตอบคำถามไม่ได้เพราะต้องตอบกับเครื่อง และ จะทราบคำตอบและคะแนนด้วยตัวเอง

7. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลเพราะหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์เป็นหลักการของเหตุผล ซึ่งจะช่วยสร้างนิสัยของเด็กในเรื่องเหตุผลได้เป็นอย่างดี

8. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเอง เมื่อต้องการเรียนเรื่องใดบทใด ก็สามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการ

9 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน ผู้เรียนที่ค่อนข้างเรียนช้า จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

10. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน

11. เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน

12. ผู้เรียน เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

## 2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนการสอน สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

2.3.1 ทีมพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.3 โครงสร้างของโปรแกรม Authorware

2.3.4 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.3.1 ทีมพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการพัฒนาบทเรียน CAI ให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้นั้น จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายสาขาทำหน้าที่สนับสนุนกันโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และ ไพบุลย์ เกียรติโกมล)

#### 2.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา (Content Expert)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้ จะเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียน CAI เป็นอย่างดีสามารถที่จะให้คำปรึกษาในข้อข่ายรายละเอียดคำอธิบาย

ของเนื้อหา นั้น ๆ ลำดับของหัวข้อที่ควรจะเรียน ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รวมทั้งจุดที่เป็นปัญหาของเนื้อหาในการทำความเข้าใจของผู้เรียนขณะทำการสอนปกติ โดยทั่วไปมักเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาดังกล่าวมาเป็นเวลานาน

#### 2.3.1.2 นักการศึกษา (Educator)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ในด้าน การเรียนการสอนเป็นอย่างดี รู้จักจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ การวัดผล และการประเมินผล ในรูปแบบต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานเกี่ยวกับ วิธีการนำเสนอ และวิธีการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียน CAI ที่จะสร้างขึ้น การออกแบบและการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปตลอดจนวิธีการวัดผล และการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เหมาะสมกับบทเรียนที่จะสร้างขึ้น

#### 2.3.1.3 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia

Technology Expert)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้ จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างสื่อ พื้นฐานของมัลติมีเดีย (ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และเสียง) ซึ่งจะคอย ให้คำปรึกษากับทีมงานในการคัดเลือกอุปกรณ์ และการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดีย ที่จะ นำเข้ามาประกอบในบทเรียน CAI ที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียน CAI ทางด้านช่างแขนงหนึ่ง ซึ่งต้องการนำเสนอภาพเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรชนิดหนึ่ง ก็จะสามารถจัดสร้างได้โดย การถ่ายทำเป็นภาพ วิดีโอ จากสถานการณ์จริง แล้วจึงมาแปลงเป็นสัญญาณภาพดิจิทัลที่ สามารถนำเสนอบนระบบคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น

#### 2.3.1.4 โปรแกรมเมอร์ (Programmer)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้ จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ โปรแกรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรแกรมระบบนิพจน์บทเรียน เช่น Authorware เป็นต้น ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สวยงาม และ มีความน่าสนใจ จนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมที่เหมาะสมในการสร้างบทเรียน ตลอดจนฮาร์ดแวร์ในการ Run ตัวบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วย

### 2.3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยการสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใน ที่นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

### 2.3.2.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ (Purpose Languages)

ภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นมีให้เลือกใช้หลายภาษา เช่น

- ก. ภาษา Basic โปรแกรมที่ใช้ได้แก่ โปรแกรม Gwbasic, Turbo Basic ฯลฯ
- ข. ภาษา Pascal โปรแกรมที่ใช้ได้แก่ โปรแกรม Turbo Pascal, Microsoft Pascal ฯลฯ
- ค. ภาษา C โปรแกรมที่ใช้ได้แก่ โปรแกรม Turbo C, Microsoft C ฯลฯ

ซึ่งข้อดีของการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยสนับสนุนรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากภาษาคอมพิวเตอร์ จะสนับสนุนคณิตศาสตร์ทุกระดับได้เป็นอย่างดี โดยที่ระบบนิพจน์บทเรียนสำเร็จรูป จะไม่สามารถสนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ สูงมากนัก จึงไม่สามารถใช้ได้ นอกจากนั้น การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ยังมีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง แต่อย่างไรก็ตามการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการสร้างมีข้อจำกัดอยู่ที่ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นี้ จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียนนั้น ต้องอาศัย ความชำนาญการ และประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก

### 2.3.2.2 โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียน (Authoring System)

โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียน ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบัน เช่น Authorware Professional, Ten CORE, PINE, Icon Author ฯลฯ และสำหรับ โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียนภาษาไทย ที่มีการสร้างขึ้นมาใช้ได้แก่ Thaishow, thaitsis , Systemic Control for Computer Assisted Instruction (S.C.A.I.) ฯลฯ

โปรแกรมระบบนี้ถูกเขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการ และผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การเขียนโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมเมอร์โดยตรง ระบบนี้จึงออกแบบไว้สำหรับสร้าง และการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะข้อดีของ โปรแกรมประเภทนี้ คือ ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน แต่มีข้อจำกัดอยู่ ที่ รูปแบบของบทเรียนที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะจำกัดตามที่ความสามารถของโปรแกรมจะทำได้ โดยที่ผู้ใช้จะไม่สามารถทำ บทเรียนให้มีลักษณะพิเศษตามที่ต้องการเหมือนกับการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์เขียนได้ สร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาที่ตนต้องการพัฒนาได้ โดยขอคำแนะนำจากนักเขียน



โปรแกรม แทนที่จะให้นักเขียนโปรแกรมเขียนให้เหมือนแต่ก่อน หรือครูผู้สอนต้องฝึกหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เป็นเสียก่อน จึงสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งต้องใช้เวลานาน

สำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้โปรแกรม Authorware ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลัก ทั้งนี้เพราะว่า โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางด้านปฏิสัมพันธ์ คือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างดี และอาจจะมีโปรแกรมอื่นๆ เสริมบ้างตามความเหมาะสม ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของโครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม Authorware

โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมที่ต้องใช้เมาส์เลือกไอคอนของคำสั่งซึ่งมีทั้งหมด 13 ไอคอน ดังนี้

1. **Display Icon** เป็นไอคอนแรกและใช้มากที่สุด ไอคอนนี้เป็นคำสั่งซึ่งประกอบด้วยการแสดงภาพเป็นตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เนื่องจากการใช้ Authorware ต้องใช้โปรแกรม windows ซึ่งในประเทศไทยได้พัฒนาให้มีภาษาไทยใช้แล้ว เมื่อเริ่มต้นต้องใช้เมาส์ลากไอคอนที่ต้องการมาวางบนพื้น Flow line เสียก่อน ดังนั้นบนเส้น Flow line จะมีไอคอนเรียงต่อกันมาหลายไอคอน นอกจากเป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับอักษรแล้ว ยังประกอบด้วยคำสั่งในการสร้างรูปภาพได้แก่ รูปวงกลม วงรี รูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยมและการลากเส้น ดังนั้นการเริ่มต้นสร้างบทเรียนจึงต้องเริ่มจากไอคอนนี้ก่อน เมื่อเลือกรูปแบบของอักษรหรือรูปภาพและสีรวมทั้งรูปแบบของพื้นที่หลังตัวอักษรว่าจะให้เป็นสีล้วนหรือเป็นลวดลายตามต้องการได้แล้ว จึงไปใช้ไอคอนอื่นต่อไป

2. **Animation Icon** เป็นคำสั่งสำหรับสั่งให้ข้อความ หรือรูปภาพ ที่เราออกแบบไว้ให้เคลื่อนไหว ลักษณะการเคลื่อนไหว เช่น การกำหนดจุดเริ่มต้นและกำหนดจุดสุดท้ายที่จะให้เคลื่อนไหวอาจกำหนดให้ข้อความที่จะเสนอเคลื่อนที่จากล่างขึ้นบน แล้วปรากฏอยู่กลางจอ หรืออาจให้เคลื่อนที่จากด้านซ้าย (ด้านขวา) ของจอ แล้วหยุดตรงกลางจอก็ได้ นอกจากนี้การเสนออาจมาในรูปของ Effect ที่ให้เสนอข้อความทีละส่วนก็ได้ซึ่งมีรูปแบบให้เลือกมากมาย ดังนั้นบทเรียนจะน่าสนใจขึ้นอยู่กับการออกแบบในส่วนนี้ โดยพยายามออกแบบให้สื่อความหมายในสิ่งที่เราต้องการ ในส่วนที่ความสามารถของโปรแกรมนี้ จะทำได้ให้มากที่สุด เมื่อเสนอข้อความหรือรูปภาพแล้ว ถ้าต้องการจะเสนอข้อความหรือรูปภาพอื่นต่อไปต้องใช้ไอคอนที่ 3

**Erase Icon** เป็นไอคอน ที่เอาไว้ลบข้อความ หรือรูปภาพเดิมเนื่องจาก

ต้องการเสนอข้อความใหม่ แต่ในการลบก็สามารถใช้ Effect เลือกแบบในการที่จะทำให้ข้อความนั้นหายไปได้โดยมีรูปแบบให้เลือกหลายรูปแบบ เช่น อาจต้องการให้ข้อความหายไปแบบค่อย ๆ หายไปทีละส่วน หรือหายไปในลักษณะการแตกสลาย หรือให้หายไปในลักษณะเข้าสู่จุดศูนย์กลาง ก็ย่อมทำได้ Effect เหล่านี้จะทำให้บทเรียนน่าสนใจ น่าติดตาม จะไม่จืดชืดเหมือนบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเก่า ๆ ซึ่งเหมือนการเปิดหนังสือทีละแผ่นอีกต่อไป

4. **Wait Icon** เป็นไอคอนสำหรับให้หยุดรอจนถึงเวลาหนึ่ง หรือรอจนกว่าผู้ใช้จะกดเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วแต่ผู้ออกแบบจะออกแบบไว้ว่าต้องการอย่างไร

5. **Decision Icon** เป็นไอคอนสำหรับควบคุมลักษณะการทำงานของบทเรียนที่ออกแบบไว้ เช่น อาจต้องการให้ข้อความวนกลับมาแสดงซ้ำอีกในรอบใด หรือในช่วงเวลาใด

6. **Interaction Icon** เป็นไอคอนที่ใช้เมื่อต้องการให้ผู้เรียนตอบได้ด้วย โดยอาจให้ผู้พิมพ์ข้อความ หรือใช้เมาส์คลิกเมนู หรือกำหนดขอบเขตการใช้เวลาในการคิด ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบว่าต้องการอย่างไร นับว่าไอคอนนี้มีประโยชน์มาก เพราะจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือ การที่ผู้เรียนสามารถตอบโต้กับคอมพิวเตอร์ได้ เหมือนหนึ่ง ตอบโต้กับครูผู้สอน

7. **Calculation Icon** เป็นไอคอนสำหรับการคำนวณ

8. **Map Icon** เป็นไอคอนที่เรียกชุดไอคอนอื่นขึ้นมาทำงาน เนื่องจากใน Windows ไม่มี Scroll Bar ดังนั้นถ้าเราออกแบบโดยให้ไอคอนยาวเกินจอภาพ ก็จะไม่สามารถมองเห็นคำสั่งเหล่านั้นได้ จึงต้องแบ่งไอคอนออกเป็น กลุ่มไอคอนย่อยให้ความยาวไม่เกินจอภาพ และใช้ Map Icon เรียกแต่ละไอคอนย่อยเหล่านั้นขึ้นมาทำงาน

9 - 11. **Movie/Sound/Video Icon** ในไอคอนสามตัวนี้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือเป็นไอคอนสำหรับแสดงภาพเคลื่อนไหว สำหรับแสดงเสียงที่เราบันทึกไว้ และสำหรับแสดงภาพสัญญาณวิดีโอ ตามลำดับ

12 -13. **Start / Stop Icon** ในสองไอคอนนี้เป็นไอคอนสำหรับช่วยในการทดสอบงาน ที่เราสร้างไว้ โดยจะใช้ไอคอน Start ไปวางไว้ ณ ตำแหน่งที่เราต้องการเริ่ม Run (แสดงผลหน้าจอตามที่ออกแบบไว้) และนำไอคอน Stop วาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการให้หยุดการ run

### 2.3.4 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปัจจุบัน สามารถพัฒนาเป็นแบบ IMMCI คือ Interactive Multi-Media Computer Instruction ซึ่งเป็นสภาพการสอนเหมือนจริง (Virtual Interactive) ลักษณะการจัดการสอนถือได้ว่าเป็นการสอนจริง (Live Instruction) จากผู้สอนไม่ว่าจะเป็นการเรียนแบบทางไกล แบบอิสระ บนทางด่วนข้อมูล (Internet) โดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ และวัยของผู้เรียน รวมทั้งไม่จำกัดภาษา หรือ ประเทศ ระยะทางไกล ใกล้ บทเรียนการสอนแบบ IMMCI บนทางด่วนข้อมูล จะทำให้การสอนทุกอย่างเป็นจริงได้ (อ้างถึง ไพโรจน์ ตีรณนากุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล, สิริลักษณ์ ตีรณนากุล)

ในการพัฒนาบทเรียน IMMCI จะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)
2. การออกแบบบทเรียน (Design)
3. การพัฒนาบทเรียน (Development)
4. การนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์ (Implementation) และ
5. การประเมินผล (Evaluation)

#### การพัฒนาบทเรียน IMMCI

จากลำดับขั้นการสร้างบทเรียน IMMCI 5 ขั้นตอน สามารถทำการแจกแจงขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 16 ขั้นตอน ดังนี้

##### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) ประกอบด้วย

1. การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) ของหัวข้อเรื่องให้ผู้มีเนื้อหาครอบคลุมตามหลักสูตร เรื่องสมการและอสมการในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยไม่ทำการลอกเลียนแบบของตำราเล่มใดเล่มหนึ่ง
2. การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ภายหลังการวิเคราะห์ที่ละเอียด ก็นำมาทำการวิเคราะห์ ความถูกต้องของทฤษฎี หลักการ และเหตุผล ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องกันอย่างละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มหัวเรื่อง ตามเหตุผล และความเหมาะสม

3. การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) เป็น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis)

##### ขั้นที่ 2 การออกแบบบทเรียน (Design) ประกอบด้วย

4. การกำหนดกลวิธีการนำเสนอ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

(Strategic Presentation Plan vs Behavior Objective) จากแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา นำมา กำหนดเป็นหน่วย ๆ และกำหนดอันดับไว้ จากนั้นเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของ เนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวดิ่งเดียว กับแผนภูมิ โครงข่ายเนื้อหา ซึ่งจะได้ออกเป็นแผนภูมิบทเรียน

5. สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) เป็นการออกแบบลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามหลักการสอนจริง

### ขั้นที่ 3 การพัฒนาบทเรียน (Development)

6. เขียนรายละเอียดเนื้อหา ตามรูปแบบที่ได้กำหนด ( Script Development) จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะต้องกำหนดภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์ด้วย

7. จัดลำดับเนื้อหา ( Story board Development ) เป็นการนำกรอบ เนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็น เอกสารสิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมาก

8. นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มาตรวจสอบความถูกต้อง ( Content Correctness) โดยเฉพาะเป็นการสร้าง IMCI จะเป็นการเขียนคำราใหม่ทั้งเรื่องเลย ซึ่งจะต้อง นำเนื้อหาไปทดลองเพื่อหาค่า Content Validity และ Reader Reliability ด้วย แล้วปรับปรุงให้ สมบูรณ์

9. การสร้างแบบทดสอบส่วนต่าง ๆ ต้องนำมาหาความยากง่าย อ่อนง่ายมาก ความเที่ยง และ ความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ เพื่อ นำไปบรรจุเป็นส่วนหนึ่งของตัวบทเรียน (Courseware)

### ขั้นที่ 4 การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Implementation)

10. เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนอง ต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียน พร้อมทั้งฝึกใช้งานเกิดความชำนาญ

11. จัดเตรียมสื่อมัลติมีเดีย ที่จำเป็นต้องใช้ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ หรือ Caption ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

12. จัดการนำ courseware เข้าในโปรแกรมด้วยความประณีต และ ด้วยทักษะที่ดีซึ่งจะได้เป็นบทเรียนบทคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ

### ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

### 13 ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดการให้คณะ

ผู้เชี่ยวชาญทาง IMCI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

14 ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย  
จำนวน 10 คน ทำการปรับปรุง และนำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

15 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency: E1/E2) ของ  
Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อย  
กว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

16 จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package  
Instruction ประกอบด้วย บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานกำหนดหน้าจอมอนิเตอร์ การเริ่มเข้า  
บทเรียน เป้าหมายของบทเรียน ข้อมูลเสริมที่สำคัญ ข้อควรระวังข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน และ  
วันที่เผยแพร่

สำหรับขั้นตอนที่ 5 ในการพัฒนาบทเรียนแบบ IMCI คือ การสร้างแผนภูมิ  
การนำเสนอแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการออกแบบการสอน  
(Instructional Design) จะต้องออกแบบตามลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ตามหลักการ  
สอนจริง อันเป็นส่วนที่สำคัญมากในการประกันคุณภาพการเรียนจากบทเรียน IMCI การ  
ออกแบบการสอนนี้ จะเข้าใจและออกแบบได้ง่ายขึ้น ด้วยการนำหลัก 9 ข้อ ของกาเย (Gagne :  
1992) มาใช้ประกอบการออกแบบดังนี้ ( ไพโรจน์ ตีรณธนากุล , ไพบุลย์ เกียรติโกลม และสิริ  
ลักษณ์ ตีรณธนากุล : 2542 )

#### ก. การนำเข้าบทเรียน (Pre-view or Warm-up)

การนำเข้าบทเรียน เป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการ  
เรียนรู้สิ่งที่มุ่งหมายที่จะสอน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญ ในการสร้างเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้  
ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ (Inform the learner of  
the Objectives) การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้า ถึง  
ประเด็น สำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงเค้าโครงของเนื้อหา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนทราบ  
ถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสานแนวคิด ในรายละเอียดของ  
เนื้อหาให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ จะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

สูงขึ้น ซึ่งสามารถจัดทำได้หลายแบบ เช่น เป็นการสร้างความเข้าใจอย่างกว้าง ๆ จนถึง การรับรู้ในหัวข้อย่อยด้วย หลักสำคัญของการนำเสนอข้อความ หรือภาพ หรือคำบรรยาย บนจอ ควรจะสั้น และ ได้ใจความ และควรมีสิ่งจูงใจผู้เรียนด้วย

2. การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้น (Gaining Attention) ในการนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะทำให้ผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้น และแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้นควรจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือ การประกอบกันหลาย อย่าง ในส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องเริ่มตั้งแต่ Title ของบทเรียน เพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่พะวากับแป้นพิมพ์ ถึงแม้ต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกด Space Bar หรือการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง

#### ข. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Presenting Main Content)

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรจะเริ่มจากส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการนำเข้าบทเรียนและจะต้องยึดหลักการสอนที่จะต้อง เริ่มจากสิ่งที่รู้ ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ จากพื้นฐานไปสู่สิ่งที่สูงขึ้น จากสิ่งที่เข้าใจง่ายไปสู่สิ่งที่สลับซับซ้อน ดังนี้

3. ทำการกระตุ้นให้ทวนนึกถึงความรู้เดิม ( Stimulate Recall of Prerequisites ) ในการเรียนความรู้ใหม่ของผู้เรียน เนื้อหาและแนวความคิดต้องอาศัย พื้นฐานความรู้บางเรื่องมาก่อน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องหาวิธีการ ชี้นำ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทวนนึกถึงความรู้เดิมให้ได้ก่อน เช่น จัดให้ทำกิจกรรมที่จะทวนสัมพันธ์กับเนื้อหาเดิม การนำเสนอเรื่องราว ภาพ หรือ เหตุการณ์ที่จะโยงไปยังเนื้อหาเดิมได้ หรือ ใช้วิธีการตรวจสอบต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ ( Pre-test ) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

4. การเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ (Presenting the Stimulus Material)

ในการเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถทำให้น่าสนใจ โดยการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่ สั้น ง่าย และได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบเนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสม ดังนี้

- มีรายละเอียดไม่มากเกินไป
- ใช้เวลาให้ภาพปรากฏบนจอไม่ล่าช้าเกินไป
- ภาพจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- ไม่สลับซับซ้อนเป็นที่เข้าใจยาก
- ต้องให้เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบทางกราฟฟิก

5. กำกับแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Providing Learning Guidance) ในการเรียนรู้ หากมีการจัดระบบการเรียนรู้เนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิม จะทำให้การเรียนรู้กระจำชัด และทำให้สามารถวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องพยายามหาเทคนิคในการที่จะชี้แนะ กำกับ และกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในแนวทางที่เหมาะสม เทคนิคของการดำเนินเนื้อหาเรื่อง บทเรียน การใช้ภาพเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่าง จะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะ และเข้าใจ แนวคิดต่าง ๆ ได้ชัดเจน

#### ค. การเสริมความเข้าใจในบทเรียน (Re-enforcement)

การจัดให้มีกิจกรรมเสริมความเข้าใจเพิ่มขึ้น จะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นกระบวนการเสริมความเข้าใจในบทเรียนสามารถดำเนินการดังนี้

##### 6. กระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง (Eliciting Performance)

ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะมีมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ หากผู้เรียนได้ร่วมคิดร่วมกิจกรรม ในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาเช่น การทำการทดลอง การทำแบบฝึกหัด หรือการแสดงออกอื่น ๆ จะทำให้เรียนได้ดีกว่าผู้ที่เรียนโดยการอ่าน หรือการคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว

##### 7. การประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ (Assessing Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การตรวจสอบระดับความรู้ใหม่ที่เรียน เพื่อผลทางการเสริมการให้ความรู้ใหม่เพิ่มหรือซ้ำ จะทำให้การเรียนรู้จากบทเรียนสำเร็จรูปได้ผลสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือจัดทำกิจกรรมใด ๆ ที่เหมาะสม และสัมพันธ์กับเนื้อหาจะมีผลทำให้เกิดการจำระยะยาวของผู้เรียน ด้วยการประเมินผลหรือกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องย้อนผลกลับด้วยการเฉลยให้ผู้เรียนได้รับรู้ ระดับการเรียนรู้ของตนเองด้วย

##### 8. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน IMMCI สามารถกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นและท้าทายผู้เรียนได้ดีเมื่อมีการย้อนผลกลับ (Feedback) โดยการบอกเป้าหมายที่จะเรียนให้ชัดเจนและให้ตำแหน่ง ณ ที่เรียนขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายอย่างไร ทำให้ผู้เรียนไม่เรียนรู้ในความมืด ผู้เรียนจะทราบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นอย่างดี

การย้อนกลับที่เป็นรูปภาพจะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน หรือด้วยคำเขียน คำตอบต่าง ๆ รวมทั้งเป็น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดี

### ง. การสรุปบทเรียน (Re-view)

9. การเสริมการจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer) กาเยได้ให้ข้อเสนอแนะว่ากิจกรรมสรุปขั้นสุดท้ายควรมีเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักซ้อมปัญหาก่อนจบบทเรียน

### การทดสอบบทเรียน (Test or Examination)

บทเรียน IMMCI จะมีสภาพการสอนเสมือนจริง (Visual Instruction)

เมื่อเรียนแล้วทำการสอบ คอมพิวเตอร์ก็สามารถตรวจความถูกต้องของการตอบ และประเมินผลในการทดสอบความรู้ใหม่ในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือทดสอบเพื่อดูว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปได้หรือไม่ การทดสอบนี้ จะย้อนผลกลับเฉพาะระดับผลสอบเท่านั้น จะไม่เฉลยคำตอบ

## 2.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพนั้น ทักษิณา สวานานนท์, นกพินท์ อุณันตรศิริชัย, พรพรรณ ไชยทางกูร, และศิริชัย สงวนแก้ว ได้นำเสนอลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและมีประสิทธิภาพพอสรุปได้ดังนี้

2.4.1 องค์ประกอบที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทั่วไป โปรแกรม CAI ที่มีคุณภาพจะประกอบด้วยส่วนประกอบย่อย ๆ มาก ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์แล้วส่วนประกอบหลัก ๆ ที่สำคัญ มีดังนี้

- 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำโปรแกรม (Identification data)
- 2 ชื่อเรื่อง (Title)
- 3 การแนะนำตัวผู้ใช้ (Naming purpose)
- 4 การทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน (Pretest, Posttest)
- 5 รายการเลือก (Menu)
- 6 แนะนำการใช้โปรแกรม (Directions)
- 7 เนื้อหาบทเรียน (Lesson / Content)
- 8 การสอนซ้ำ (Mini Tutorial)
9. การได้ตอบ (Feedback)



10. การชี้แนะเพิ่มเติม (Coaching)
11. การสรุปบทวน (Closure review)
12. แบบฝึกหัด (Exercises)
13. การบันทึกผลการเรียน (Record keeping)
14. การแสดงผลการเรียน (Scoreboard)
15. ข้อเสนอนะ ( Prescription )
16. การออกจากบทเรียน (Exit)
16. จบโปรแกรม ( End of program )

#### 2.4.2 รูปแบบการเขียน

1. ใช้ภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาพูด แต่อย่าให้เหมือนจนมากเกินไป
2. ข้อความสั้นกระชับรัดได้ใจความ ใช้คำที่เป็นรูปธรรม
3. ใช้คำที่อ่านแล้วให้อารมณ์ ความรู้สึก และช่วยกระตุ้นความคิด
4. การใช้คำศัพท์ สลักการเขียน ต้องแสดงแนวความคิด ควรระลึกเสมอว่าโปรแกรมบทเรียนไม่ใช่หนังสือธรรมดา
5. ใช้คำที่เป็นกันเองกับผู้เรียน ในการถามคำถามหรือเสนอเนื้อหา
6. ทำให้ข้อความเด่นขึ้น โดยใช้ช่องว่างหรือเทคนิคอื่น ๆ ให้เหมาะสม
7. ไม่ควรใช้คำสแลง หรือศัพท์ที่ไม่แน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนจะเข้าใจ
8. อย่าให้เนื้อหามากเกินไปใน 1 จอภาพ
9. ข้อความในแต่ละจอภาพควรมี 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่งเสนอความรู้หรือเนื้อเรื่อง และลักษณะที่สองเป็นแบบที่ผู้เรียนจะสนองตอบ
10. มีการบอกใบ้ ช่วยให้ผู้เรียนได้ตอบตามแนวทางที่ต้องการ เช่น การขีดเส้นใต้คำที่เป็นคำตอบที่ถูก
11. การปูพื้น เป็นการนำทางให้ผู้เรียนควรจะตอบสนองอย่างไร เช่น อาจจะยกตัวอย่าง โดยใช้รูปภาพ กราฟิก แทนการใช้ข้อความซ้ำ ๆ กลับไปกลับมา
12. ความสวยงามในการจัดจอภาพมีอิทธิพลต่อการอ่านของผู้เรียน เช่น ตัวหนังสือแน่นเกินไป หรือไม่ชัดเจน เป็นต้น

#### 2.4.3 การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์

1. ควรมีทางเลือก หรือบอกวิธีออกจากโปรแกรม

2. ทุกโปรแกรมควรจะมี Load และ Run โดยอัตโนมัติ
3. ออกแบบให้ Input จากผู้เรียนปรากฏในตำแหน่งที่เหมาะสม
4. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบหากมีการ Load ข้อมูลที่ต้องใช้เวลานานเกินรอ
5. หากมีการเสนอเนื้อหาตอนสั้น ๆ โดยลบเนื้อหาเดิม เนื้อหาใหม่ควร

ปรากฏในตำแหน่งเดิม

6. ควรมีการชี้แนะข้อความสำคัญ เช่น ชิดเส้นได้ กระพริบ เว้นช่องว่าง  
ใช้สีที่แตกต่างกัน
7. หากมีเนื้อหามาก และต้องการเสนอในแฟรมเดียวกันควรแบ่งเสนอเป็น  
ช่วง ๆ โดยกดคีย์ใด ๆ เมื่ออ่านจบช่วง
8. ใช้เสียงในการสร้างความสนใจ แต่อย่าพร่ำเพรื่อ
9. ไม่ควรใช้ตัวย่อ
10. ใช้ภาพเคลื่อนไหวตามความเหมาะสม ภาพที่เคลื่อนไหวช้าเสียเวลานาน  
อาจทำให้เบื่อ

11. ควรมีประโยคหรือคำพูดที่เชื่อมโยงเนื้อหาจากแฟรมต่อแฟรม
12. ไตเติล เป็นสิ่งจำเป็นของบทเรียน ผู้ออกแบบควรทำให้น่าสนใจโดยใช้  
กราฟิก เสียง และสีเข้าช่วย
13. การใช้กราฟ และชาร์ต หากเหมาะสมกับเนื้อหา ควรพิจารณาใช้เป็น  
อย่างยิ่ง
14. ควรมีเมนูให้ผู้ใช้เลือกบทเรียนไว้ตอนต้น และตอนท้ายของโปรแกรม
15. หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแฟรมใด ๆ อัตโนมัติ

#### 2.4.4 การป้อนข้อความ

1. ใช้รูปแบบที่พบเห็นทั่วไปเช่น "Yes" หากใช่ หรือ "No" หากไม่ใช่  
หรือ "Y" ถ้าใช่ "N" ถ้าไม่ใช่ ไม่ควรใช้ "1" ถ้าใช่ "2" ถ้าไม่ใช่
2. หากมีการป้อนข้อความในลักษณะ "Yes" และ "No" ไม่ควรเขียน  
โปรแกรมประเมินว่า "Y" เป็น "Yes" และตัวอื่น ๆ เป็น "No" เพื่อป้องกันปัญหาในกรณีที่คำ  
ตอบ มากกว่า 2 แบบ
3. การกดแป้นพิมพ์ครั้งเดียวในการป้อนข้อความ เป็นสิ่งที่ง่าย และสะดวก  
ที่สุดแต่บางครั้งอาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์มากกว่า 1 ครั้งเพื่อหลีกเลี่ยงความจำเจ เช่น ให้พิมพ์

คำสั้น ๆ เป็นต้น

4. ความผิดพลาดระหว่าง 1 และ 1 หรือ 0 และ 0 ควรได้รับการยกเว้น

#### 2.4.5 การตอบสนองและการแสดงความสนใจ

1. ไม่ควรใช้คำได้ตอบกลับที่ซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง

2. แสดงคำถามและคำตอบของผู้เรียนไว้ในจอเดียวกัน ก่อนการให้ใช้คำ

Feedback

3. หากให้ผู้ตอบได้หลายครั้ง feedback ไม่ควรบอกแต่ถูกหรือผิด เช่น ถ้าตอบครั้งที่ 3 แล้ว พึงจะตอบถูก feedback ควรเป็น "ดีมาก! คุณทำสำเร็จแล้ว" แทนที่จะบอกเพียงว่า "ดีมาก"

4. หากต้องการใช้เสียงประกอบในการให้ feedback ควรสั้น และไม่ควรให้เสียงที่ต่างกัน ในแต่ละครั้ง นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ

5. ลบคำตอบเดิมก่อน ที่ผู้เรียนจะพิมพ์คำตอบใหม่

6. พิจารณาการบอกใบ้ ถ้าสมควร โดยแสดงเป็นข้อความสั้น ๆ

7. เทคนิคการต่อภาพ ต่อคำ ต่อโน้ตเพลง ควรนำมาใช้ในการให้ feedback

8. พยายามให้คำตอบที่ถูกต้องนั้นมีความสมบูรณ์มากที่สุด และถือว่าคำตอบเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้รับคำอธิบายเนื้อหาที่ถูกต้องมากกว่า ที่จะเน้นอุปสรรคในการที่จะหยุดยั้งการเรียนรู้

9. หากเป็นลักษณะของการให้คะแนน ผู้ตอบควรจะเห็นบนจอว่าคะแนนของตนเองเป็นเท่าไร เพราะการได้เฉลย และรู้คำตอบทันที จะทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปด้วย

10. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไม่ได้สร้างมาเพื่อส่งเสริมการเดาของผู้เรียน

11. ในการยกตัวอย่างหรือถามปัญหาในโปรแกรมบทเรียน พยายามให้ผู้เรียนตอบ โดยอาศัยการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมของเขา

### 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินผลการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการประกอบ การเรียนการสอน นิยมประเมินผลในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ได้เรียนบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว

### 2.5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความรู้หรือทักษะ ที่เกิดจากการเรียนรู้ รายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (กัญญา ลินรัตนศิริกุล 2538: 286) ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงหมายถึง การตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงการเรียนการสอน

สำหรับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ด้านพุทธิพิสัย วิลสัน

(Wilson1971: 643-696) ได้จำแนกเป็น 6 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำไปใช้
4. การวิเคราะห์
5. การสังเคราะห์
6. การประเมินค่า

### 2.5.2 เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบ

**แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่สร้างอย่างมีระบบ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้าน ความรู้ความจำ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ และการแก้ปัญหา แบบทดสอบที่ใช้จะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งสามารถวัดครอบคลุมเนื้อหาได้ทั้งหมด เป็นการวัดความรู้ของผู้เรียนที่เรียนไปแล้ว

**แบบทดสอบ** ในที่นี้ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยแค่ไหน เพื่อที่จะได้เสริมส่วนที่ขาดตกบกพร่องไป หรือเป็นการวัดความพร้อมที่จะเรียนขั้นต่อไป

แบบทดสอบที่ดีต้องมี ความเที่ยงตรง ความเป็นปรนัย ประสิทธิภาพ ความยากง่าย พอเหมาะ อำนางจำแนก ความเที่ยง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ความตรง** แบบทดสอบที่จะได้ชื่อว่า มีความตรง ก็ต่อเมื่อ แบบทดสอบนั้น สามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตามความมุ่งหมายที่ต้องการวัดก่อน

สอน เรามักจะตั้งวัตถุประสงค์ของการสอนไว้ว่า ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความสามารถเช่นใดบ้าง หรือมีความรู้ทางด้านใดบ้าง การเขียนแบบทดสอบก็ต้องเขียนให้ตรงตามวัตถุประสงค์นั้น

**ความเป็นปรนัย** เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเครื่องมือ การวัดผลที่ดี การสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบทุกข้อ คำถามต้องชัดเจน จำเพาะเจาะจง ผู้เรียนอ่านคำถามแล้ว เข้าใจความหมายเป็นแนวเดียวกันว่าข้อสอบถามอะไร นอกจากนี้ การตรวจให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนนก็ต้องชัดเจน กล่าวคือ ทุกคนสามารถตรวจให้คะแนนตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

**ประสิทธิภาพ** หมายถึง ข้อคำถามนั้นวัดได้จริง และทำงานได้อย่างถูกต้องมากที่สุด โดยใช้เวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุด

**ความยากง่ายพอเหมาะ** ข้อสอบที่ดีต้องไม่ยากเกินไป และไม่ง่ายเกินไป แต่ละข้อนั้น มีความยากง่ายเฉลี่ยแล้ว จะมีผู้เรียน 50 เปอร์เซ็นต์ ตอบได้ถูกต้อง แต่จะมีอีกราว 50 เปอร์เซ็นต์ ตอบผิดหรือทำไม่ได้ ข้อสอบที่ยากเกินกว่าความสามารถของผู้เรียนจะตอบได้นั้น ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกผู้เรียนออกได้ว่า ใครเก่งหรืออ่อน ในทางตรงข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไป ผู้เรียนตอบถูกหมด ก็ไม่สามารถจำแนกผู้เรียนได้อีกเช่นกัน

**อำนาจจำแนก** หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ที่สามารถแยกผู้เรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน

**ความเที่ยง** หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ กล่าวคือ ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับผู้เรียนคนเดิม คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้ง ควรได้คะแนนคงที่เหมือนเดิม

**ข้อสอบแบบเลือกตอบ** เป็นข้อสอบที่สามารถป้องกันการเดาได้มาก เนื่องจากมีตัวเลือกให้หลายทางที่จะเลือกตอบได้ โครงสร้างของข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วยสองส่วน ส่วนที่หนึ่ง เรียกว่า คำถาม ส่วนที่สอง เรียกว่า ตัวเลือก ตัวเลือกประกอบด้วยตัวเลือกถูกและผิด

การเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เขียนคำถามให้เป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ชัดเจนและถามให้ตรงจุด
2. คำถามหนึ่งข้อควรถามเพียงจุดประสงค์เดียว และมีตัวเลือกถูกเพียง

ตัวเดียว

3. ควรเป็นคำถามที่อ่านแล้วผู้สอบต้องใช้ความคิดในระดับสูง ไม่ใช่เป็นการถามเพียงความรู้ความจำเท่านั้น

4. คำถามไม่ควรใช้คำปฏิเสธ และไม่ให้ข้อสอบข้อหนึ่งไปแนะคำตอบของข้อสอบอีกข้อหนึ่ง
5. ใช้ภาษาไม่ซับซ้อน เหมาะกับวัยของผู้เรียน
6. เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระขนาดจากกัน
7. ตัดคำฟุ่มเฟือยหรือซ้ำกันในตัวคำถาม และตัวเลือกที่ไม่จำเป็นออก
8. ตัดข้อความของตัวเลือกทุกตัวเลือกให้มีความยาวพอ ๆ กันและเรียงลำดับจากข้อความสั้นไปหายาว ถ้าเป็นตัวเลขก็เรียงจากน้อยไปหามาก
9. ตัวเลือกถูกหรือตัวเลือกผิด ไม่ควรใช้ศัพท์และภาษาที่แปลกสะดุดตา
10. ต้องกระจายตัวถูกให้มีทุกตัวเลือก และไม่ควรใช้ตัวเลือกแบบปลายปิดปลายเปิด

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ จะกล่าวถึงงานวิจัยดังต่อไปนี้

- 2.6.1 การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6.2 การเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ
- 2.6.3 การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในบทบาทต่าง ๆ
- 2.6.4 ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูและผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

### 2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นางนุช วรรณนวะ และคณะ (2535) ได้พัฒนาโปรแกรมไทยทัศน์ 1.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในโปรแกรมจะเป็นระบบสร้างบทเรียนภาษาไทยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่มุ่งให้ผู้ผู้สามารถใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมระบบภาษาไทยหรือภาษาอื่นๆ ได้ตามความต้องการในทุกระดับการศึกษา ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2536 ก็ได้มีการพัฒนาเป็นโปรแกรมไทยทัศน์ 2.0 โดยมีการปรับปรุงด้านความสามารถในการเก็บภาพสี การบ่อนข้อความแทรกบนกราฟิก นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในการใช้งานโดยสามารถใช้เมาส์ควบคุมสั่งงานได้อีกด้วย

ทั้ง 2 โปรแกรมนี้ สามารถนำไปใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบแสดงข้อความ แบบประเมินความก้าวหน้า หรือแบบประเมินผล

ซึ่งทุกรูปแบบสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องฉายสไลด์ได้ และยังสามารถนำไปใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ได้ทุกรุ่น

## 2.6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรูปแบบต่าง ๆ

### งานวิจัยในประเทศ

กำพล ดำรงดวงศ์ (2528) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธพิสัยของผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีครูชี้แนะในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง ก เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ

กลุ่มทดลอง ข เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีครูชี้แนะ

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระกับผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีครูชี้แนะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดำรงค์ ตาแจ่ม (2531) ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเกมประกอบเนื้อหา กับไม่มีเกมประกอบเนื้อหา กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน

กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมประกอบเนื้อหา

กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบเนื้อหา

หลังจากเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบทันที พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบในเนื้อหาของบทเรียน สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมประกอบเนื้อหาของบทเรียน

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์ (2531) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบาย และไม่อธิบายคำตอบของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องพื้นที่ โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ

กลุ่มที่ 2 จำนวน 30 คน เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ

จากผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีผลการเรียนรู้สูงกว่าผู้เรียน ที่เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

### งานวิจัยต่างประเทศ

จอห์นสัน (Johnson 1974: 1426A) วิจัยผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบโปรแกรม ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของผู้เรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ในระดับ 9 เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทัศนคติ และเวลาที่ใช้ในการสอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกกลุ่มหนึ่งใช้บทเรียนโปรแกรม

ผลการวิจัยพบว่า

1. การสอนทั้งสองแบบไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. กลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติมากกว่ากลุ่ม

ที่ใช้บทเรียนแบบ โปรแกรม

3. กลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม โดยเฉพาะพวกที่เรียนอ่อน

แมคคลีน (Maclean 1974: 1431A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ ในการสอนการคูณกับเด็กผู้เรียนชั้นประถมศึกษา

การสอนแบบที่ 1 เป็นการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมด  
การสอนแบบที่ 2 เป็นการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบางส่วน  
การสอนแบบที่ 3 เป็นการสอนแบบธรรมดาโดยไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนทั้งหมด และกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบางส่วนไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองกลุ่มนี้ชอบวิธีการเรียน มากกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และยังพบว่าการทำงานของกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมด และกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย



สอนเป็นบางส่วนจะมีอัตราการทำงานเร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึง 3 เท่า

โมดิเซ็ท (Modisette 1980: 5770-A) ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบที่จะช่วยให้การเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น 2 รูปแบบ คือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการใช้หนังสือแบบฝึกหัด ได้ทำการทดลองกับผู้เรียนที่เรียนอ่อนจำนวน 72 คน โดยแบ่งเป็น

3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้แบบฝึกหัด

กลุ่มที่ 2 เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม

กลุ่มที่ 3 เรียนแบบธรรมดาหรือใช้แบบฝึกหัด

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แบบฝึกหัดเรียนแบบธรรมดา แต่กลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เสียค่าใช้จ่ายแพงกว่า กลุ่มที่ใช้แบบฝึกหัดเรียนธรรมดถึง 3.5 เท่า แต่เมื่อเทียบค่าใช้จ่ายต่อเดือนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว จะพบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก คือ ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 เดือน มีผลสัมฤทธิ์เท่ากับผู้เรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกหัดแบบธรรมดา 10.5 เดือน

โกลลินส์ (Collins 1985: 3601-A) ได้เปรียบเทียบการให้ข้อมูลป้อนกลับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ ที่ให้เฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เมื่อผู้เรียนตอบผิด กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ แบบให้คำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเมื่อผู้เรียนตอบผิด โดยทดลองกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มีควมสามารถทางการเรียนต่ำจำนวน 28 คน ผลปรากฏว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับ แบบอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีกว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ให้เฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น

เฮคส์ (Hakes, 1986:1590-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา จากการสอนโดยใช้ครูกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนระบบ PLATO ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 53 คน แบ่งเป็นผู้เรียนชาย 39 คน และผู้เรียนหญิง 14 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้านทักษะการคำนวณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้ครูผู้สอนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

## 2.6.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในบทบาทต่าง ๆ

### งานวิจัยในประเทศ

ชัชวาล มังคลังกุล (2532) วิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์กับผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่บทเรียนเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่บทเรียนมีการเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียน

กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บทเรียนมีการเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดหลังเรียน

หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนทันที ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บทเรียนมีการเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดหลังเรียน สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่บทเรียนมีการเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จิราภรณ์ สัพพานนท์ (2538) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ตั๋วรถโดยสารเบื้องต้น โดยทำการทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกบัญชี จำนวน 68 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 34 คน โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติ ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้ผลการวิจัย พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ และที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ และที่ได้รับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักศึกษามีเจตคติทางบวกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ

จักรภพ ศรีงาม (2539) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดสมการและอสมการโดยทำการทดลองกับผู้เรียนโรงเรียนพรานหินชนวนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 จำนวน 30คน ผลการทดลองปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.83 / 88.83 สูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่ตั้งไว้

### งานวิจัยในต่างประเทศ

ไรท์ (Wright, 1984) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม โดยคัดจากกลุ่มประชากรจากโรงเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก กลุ่มตัวอย่างแรกใช้เวลา 6 สัปดาห์ในการเรียนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในช่วงฤดูร้อน อีกกลุ่มตัวอย่างหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่าการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาช่วยการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนแบบเดิมในห้องเรียน

รินาลดี, ไอริส ลิลเลียน (Rinaldi, Iris Lilian 1997) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์จากการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการสอนโดยครูคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาค่าเศษส่วนทศนิยมและเปอร์เซ็นต์ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนเกรด 8 ที่มีพื้นฐานการเรียนอยู่ในระดับอ่อน และต้องแก้ไขให้มีทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นจำนวน 22 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 11 คน กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกกลุ่มหนึ่งเรียนกับผู้สอนโดยตรง ใช้เวลาในการทดลองเรียน 5 สัปดาห์ ๆ ละ 4 วัน วันละ1ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนกับผู้สอนโดยตรง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 2.6.4 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครู และผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

#### งานวิจัยในประเทศ

สุริยัน แสงแก้ว (2535) ได้ศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเกณฑ์การรู้แจ้งกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเวลาที่ใช้ในการเรียน

ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียนที่มีเกณฑ์การรู้แจ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้เรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำใช้เวลาในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าผู้เรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

### งานวิจัยต่างประเทศ

เบค (Beck, 1979) ได้ทำการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียน โดยทดลองกับโรงเรียนมัธยม 29 แห่งในเนบราสกา ระหว่างปีการศึกษา 1978 -1979 ผลปรากฏว่า

1. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากจะใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์
2. ผู้เรียนไม่มีทัศนคติในทางลบต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือต่อวิชาที่เรียน
3. ผู้เรียนที่ศึกษาด้วยตนเองมีทัศนคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทางบวกมากกว่าผู้เรียนที่เรียนเพราะความจำเป็น
4. ผู้เรียนหญิงมีทัศนคติในทางบวกต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าผู้เรียนชาย

คาสเนอร์ (Casner 1987) ทำการศึกษาทัศนคติของนักศึกษาเกรด 8 ต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเรียนจากการสอนตามปกติ โดยทำการทดลองกับผู้เรียนสองโรงเรียน โดยให้โรงเรียนหนึ่งใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และอีกโรงเรียนหนึ่งสอนปกติ ปรากฏว่าผู้เรียนทั้งสองโรงเรียน มีทัศนคติไม่ต่างกันระหว่างการใช้และไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลี เวิน เชง (Lee, Wen-Cheng 1990) ศึกษาเรื่องการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษา โดยใช้การวิจัยแบบอภิमान โดยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 72 งานวิจัย ทั้งปริญาโทและปริญาเอก ตัวแปรตามของงานวิจัย ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และทัศนคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเภทการจัดสถานการณ์จำลองและเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลอย่างมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ

4. ผู้เรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนหญิง

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาโดยครูผู้สอน จะใช้ได้ดีกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เอกชนผลิตขึ้นจำหน่าย

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและ เพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

8. ผู้เรียนชายและผู้เรียนหญิงที่มีระดับความสามารถต่ำ มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ยังมีผู้ทำการวิจัยไว้น้อยมาก จึงควรมีการพัฒนาและส่งเสริมการวิจัยลักษณะนี้ให้มากยิ่งขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบต่าง ๆ กัน

งานวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนมากเป็นการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการสอนซ่อมเสริม และนำไปช่วยในการสอนของครู

งานวิจัยเกี่ยวกับ ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผู้สอนและผู้เรียน ในด้านต่าง ๆ ส่วนมากเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังจากที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ รวมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่สร้างขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
  - 3.2.1 ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ
  - 3.2.2 แบบทดสอบ
  - 3.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน
- 3.3 วิธีดำเนินการทดลอง และรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ คือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจงจากนักศึกษากลุ่มประชากร ที่สนใจการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น และหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

**กลุ่มที่ 1** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความและจำนวนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบการสื่อความหมายของข้อความและจำนวนที่ใช้ ซึ่งจะมีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียน ในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างนี้สุ่มมาจำนวน 10 คน

**กลุ่มที่ 2** กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างนี้สุ่มมาจำนวน 30 คน

3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย คือกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการ ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อนำมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่างนี้ใช้ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่ผ่านการเรียน เรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาแล้วจำนวน 150 คน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

#### 3.2.1 ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ

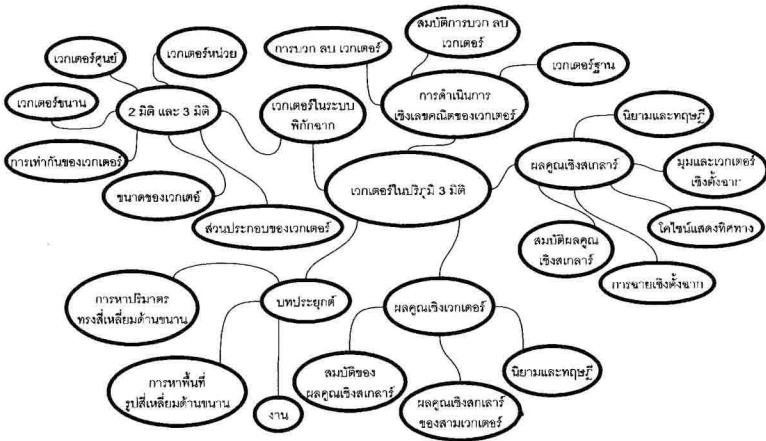
##### 3.2.1.1 ชั้นที่ 1 วิเคราะห์

##### 1. สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) เรื่องเวกเตอร์

ในปริภูมิ 3 มิติ โดยระดมความคิดจากอาจารย์ที่สอนวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร โดยยึดเนื้อหา ให้ครอบคลุมหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร ได้แผนภูมิระดมสมองโดยแบ่งเป็น 5 เรื่องหลัก คือ

1. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก
2. การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์
3. ผลคูณเชิงสเกลาร์
4. ผลคูณเชิงเวกเตอร์
5. บทประยุกต์ของเวกเตอร์

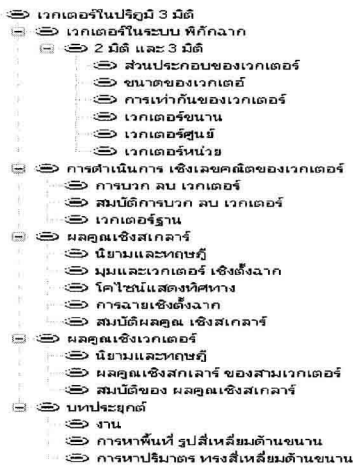
ซึ่งแต่ละเรื่องหลักประกอบด้วย หัวเรื่องย่อย ที่มีความสัมพันธ์กับหัวเรื่อง หลัก ดังรายละเอียดดัง Brain Storm Chart



ภาพที่ 1 Brain Storm Chart

## 2. สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) นำแผนภูมิมรดก

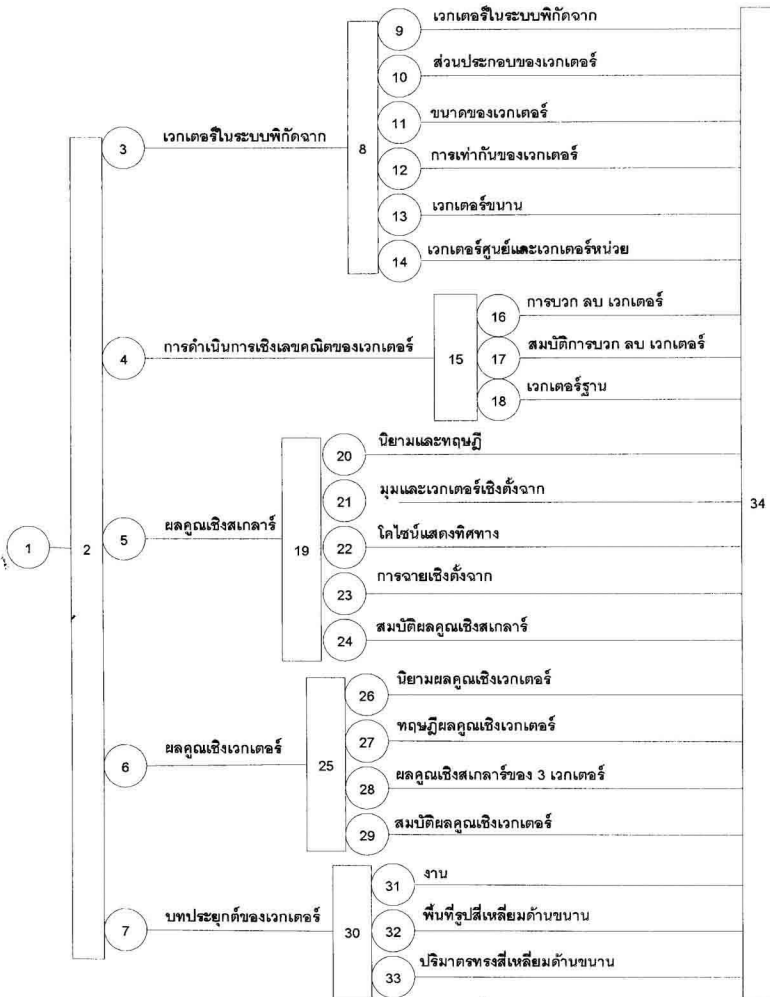
สมองมาวิเคราะห์อย่างละเอียด เพื่อมาสร้างเป็นแผนภูมิหัวเรื่องที่สัมพันธ์กับเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ



ภาพที่ 2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์



3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) โดยการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ทั้ง 5 เรื่องหลัก ดังกล่าวแล้วนั้น ได้ผลว่าผู้เรียนควรเรียนตามลำดับ แต่สามารถกลับไปทบทวนหัวข้อที่เรียนมาก่อนหน้านี้ได้ ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา

### 3.2.1.2 ขั้นที่ 2 ออกแบบ

#### 4. กำหนดกลวิธีนำเสนอ แล้วเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์ ที่

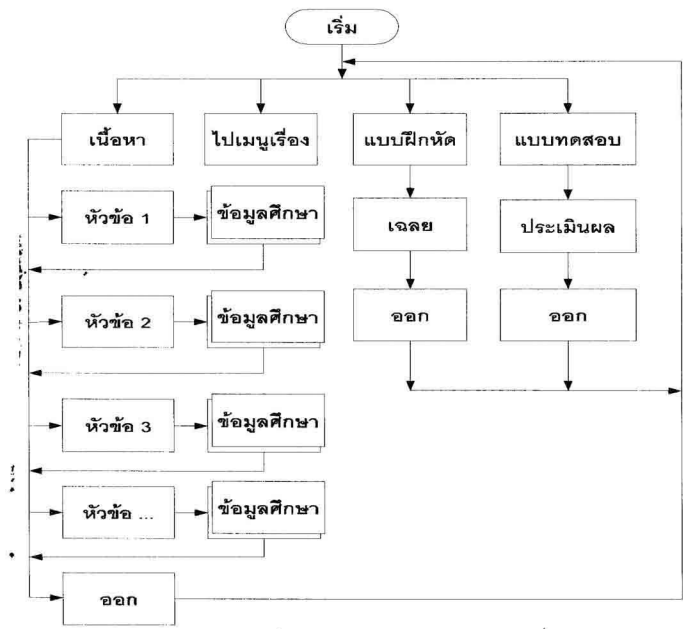
กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน ( Strategic Presentation Planes Behavior Objective )

ตารางที่ 3.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

| ขอบข่ายเนื้อหา                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อเรื่อง                                                                                                                                                                                      | วัตถุประสงค์                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก<br>1.1 เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก<br>1.2 ส่วนประกอบของเวกเตอร์<br>1.3 ขนาดของเวกเตอร์<br>1.4 การเท่ากันของเวกเตอร์<br>1.5 เวกเตอร์ขนาน<br>1.6 เวกเตอร์ศูนย์และเวกเตอร์หน่วย | ผู้เรียนสามารถ<br>1.1 เขียนกราฟของเวกเตอร์ในปริภูมิ 2 มิติ และ 3 มิติ ได้<br>1.2 หาส่วนประกอบของเวกเตอร์ได้ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้<br>1.3 หาขนาดของเวกเตอร์ได้ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้<br>1.4 ตรวจสอบการเท่ากันของเวกเตอร์ได้<br>1.5 ตรวจสอบการขนานของเวกเตอร์ได้<br>1.6 บอกความหมายของเวกเตอร์ศูนย์และเวกเตอร์หน่วยได้ |
| 2. การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์<br>2.1 การบวก ลบ เวกเตอร์<br>2.2 สมบัติการบวก ลบ เวกเตอร์<br>2.3 เวกเตอร์ฐาน                                                                                | ผู้เรียนสามารถ<br>2.1 บวก ลบ เวกเตอร์ได้<br>2.2 นำสมบัติการบวก ลบ เวกเตอร์มาใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้<br>2.3 อธิบายความหมายของเวกเตอร์ฐานได้                                                                                                                                                                   |
| 3. ผลคูณเชิงสเกลาร์<br>3.1 นิยามและทฤษฎีของผลคูณเชิงสเกลาร์<br>3.2 มุมและเวกเตอร์เชิงตั้งฉาก<br>3.3 โคไซน์แสดงทิศทาง<br>3.4 การฉายเชิงตั้งฉาก<br>3.5 สมบัติของผลคูณเชิงสเกลาร์                    | ผู้เรียนสามารถ<br>3.1 หาผลคูณเชิงสเกลาร์ได้<br>3.2 หามุมระหว่างเวกเตอร์ได้<br>3.3 หาโคไซน์แสดงทิศทางได้<br>3.4 หาทิศทางของเวกเตอร์ได้<br>3.5 หาเวกเตอร์การฉายเชิงตั้งฉากได้<br>3.6 นำสมบัติของผลคูณเชิงสเกลาร์มาใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้                                                                      |
| 4. ผลคูณเชิงเวกเตอร์<br>4.1 นิยามของผลคูณเชิงเวกเตอร์<br>4.2 ทฤษฎีของผลคูณเชิงเวกเตอร์<br>4.3 ผลคูณเชิงสเกลาร์ของ 3 เวกเตอร์<br>4.4 สมบัติของผลคูณเชิงเวกเตอร์                                    | ผู้เรียนสามารถ<br>4.1 หาผลคูณเชิงเวกเตอร์ได้<br>4.2 หาผลคูณเชิงสเกลาร์ของ 3 เวกเตอร์ได้<br>4.3 นำสมบัติของผลคูณเชิงเวกเตอร์มาใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้                                                                                                                                                         |

| ขอบข่ายเนื้อหา                         |                                                                        |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อเรื่อง                           | วัตถุประสงค์                                                           |
| 5. บทประยุกต์ของเวกเตอร์               | ผู้เรียนสามารถ                                                         |
| 5.1 งาน                                | 5.1 นำความรู้เวกเตอร์ไปทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้                  |
| 5.2 พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน    | 5.2 นำความรู้เวกเตอร์ไปหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่กำหนดให้ได้    |
| 5.3 ปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน | 5.3 นำความรู้เวกเตอร์ไปหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้            |
|                                        | 5.4 นำความรู้เวกเตอร์ไปหาปริมาตรรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนานที่กำหนดให้ได้ |

5. สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละเรื่อง ( Module Presentation Chart) เป็นรูปแบบนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามหลักการสอน ซึ่งแต่ละเรื่องจะมีรูปแบบการนำเสนอเหมือนกัน ดังนี้



ภาพที่ 4 แผนภูมิการนำเสนอในแต่ละเรื่อง

### 3.2.1.3 ขั้นที่ 3 พัฒนา

1. เขียนเนื้อหาหลักสูตรตามรูปแบบที่กำหนด (Scrip Development) พร้อมทั้งกำหนดภาพ เสียง ฯลฯ และปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ของเนื้อหา รวมทั้งส่วนประกอบต่าง ๆ ให้สมบูรณ์

2. จัดลำดับเนื้อหา (Story board Development) โดยการนำกรอบเนื้อหาที่เขียนเป็น Scrip มาเรียบเรียงลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่

3. นำกรอบลำดับเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์อยู่ไปหา ค่าความถูกต้องด้านเนื้อหา (Content Correctness) และนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวน จำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบส่วนที่ใช้ ซึ่งจะมีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียน

4. สร้างแบบทดสอบตามเนื้อหาของบทเรียน แล้วนำไปทดสอบเพื่อนำมาหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ดูรายละเอียดขั้นตอนการสร้างได้ที่ ข้อ 3.2.2)

### 3.2.1.4 ขั้นที่ 4 สร้าง

1. เลือกซอฟต์แวร์ (Software) หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถตอบสนองต่อความต้องการ ที่กำหนดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ Authorware Professional Version 5.0 , 3D-Max , 3D-Cool , Flash และ Image-Styler .

2. จัดเตรียมสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ และอื่น ๆ ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

3. จัดการนำบทเรียน (Courseware) เข้าในโปรแกรม เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ให้สมบูรณ์ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ทุกประการ

### 3.2.1.5 ขั้นที่ 5 ประเมินผล และ นำออกเผยแพร่

1. ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบคุณภาพ และ ความถูกต้องในด้านการผลิต เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง หลังจากปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อประเมินผล (ดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ภาคผนวก จ.) และนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้แก่ การปรับปรุงสื่อดัดข้อห้มีความคมชัดขึ้น และเพิ่มมุมมองจากโปรแกรมบางเฟรม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำบทเรียนชุดนี้ไปทดลองหาประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

2. ทำการทดลอง โดยการดำเนินการ ทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง เช่น กระบวนการ เวลาที่ใช้ เป็นต้น รวมทั้งทดลองวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน และประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนแล้วนำมาปรับปรุงก่อนนำไปทดลองจริง

3. ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency :E1/E2) ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหาประสิทธิผลทางการเรียน (Effectiveness) รวมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

4. จัดทำคู่มือการใช้ (User Manual) หรือ Package Instruction เมื่อได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (IMCAI) เสร็จสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว เพื่อสามารถนำออกเผยแพร่ (Public action) ใช้งานต่อไป

**3.2.2 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ** ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดแต่ละเรื่อง ๆ ละ 10 ข้อ ส่วนแบบทดสอบได้แบ่งเป็น แบบทดสอบระหว่างเรียนเรื่องละ 1 ชุด ชุดละ 15 ข้อ รวม 5 ชุด และแบบทดสอบประเมินผลบทเรียนทุกเรื่อง มีให้เลือกทดสอบ 4 ชุด ชุดที่ 1 มี 30 ข้อ ชุดที่ 2 มี 50 ข้อ ชุดที่ 3 มี 60 ข้อ ชุดที่ 4 มี 75 ข้อ โดยข้อสอบแต่ละชุด จะเป็นข้อสอบแบบสุ่ม ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกซึ่งมีลำดับการสร้างดังนี้

3.2.2.1 วิเคราะห์ขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาให้ครอบคลุมตามหลักสูตร พร้อมทั้งวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดน้ำหนักและจำนวน ข้อสอบ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทางการศึกษาอันได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ เป็นต้น

3.2.2.2 สร้างข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามข้อ 3.2.2.1 ตรวจสอบแก้ไขให้สมบูรณ์ตามหลักการ การออกข้อสอบ

3.2.2.3 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงสมบูรณ์แล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการปรับปรุงวิเคราะห์แบบทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ผ่านการเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาแล้วจำนวน 150 คน

3.2.2.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการสอบของนักศึกษาในข้อ 3.2.2.3 แล้ว ไปหา ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27% (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 152-156)

3.2.2.5 คัดเลือกข้อสอบตามจำนวนที่กำหนดไว้ คือเป็นข้อสอบประเมินผล บทเรียนทุกเรื่องจำนวน 75 ข้อ ใช้สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังจบการเรียน ทั้งนี้ลักษณะ ของโปรแกรมที่ใช้ในแบบทดสอบจะเป็นการสุ่มข้อให้ทำ ดังนั้นลักษณะของแบบทดสอบถึงแม้จะ เป็นชุดเดียวกันแต่การทำแต่ละครั้งนักเรียนก็จะพบข้อสอบที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะทำให้นักเรียน ไม่สามารถจำคำตอบในครั้งแรกได้ และแบบทดสอบระหว่างเรียนเรื่องละ 15 ข้อ จะเป็นแบบสุ่ม เช่นเดียวกัน โดยข้อสอบแต่ละชุด มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 -0.80 และค่าอำนาจ จำแนก (D) 0.20 ขึ้นไป พร้อมทั้งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. แยกผลคะแนนในลักษณะกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27% โดย คัดจากจำนวนนักเรียน 150 คนที่ทำแบบทดสอบ จะได้  $150 \times 27\% = 40$  คน ดังนั้นจะได้ นักศึกษากลุ่มสูง 40 คน และนักศึกษากลุ่มต่ำ 40 คน
2. นับจำนวนนักศึกษาที่ได้คะแนนจากสูงสุดลงมาจำนวน 40 คน เป็นคะแนนในกลุ่มสูง ( $R_H$ ) และนับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากต่ำสุดขึ้นมาอีก 40 คน เป็นคะแนนในกลุ่มต่ำ ( $R_L$ )

3. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามสูตร

4. พิจารณาตามเกณฑ์ข้อสอบ เลือกเฉพาะข้อสอบที่มีระดับ ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป

5. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ ความเชื่อมั่นตามสูตรครุเดอร์ริชาร์ดสัน 20 ของข้อสอบแต่ละชุด โดยค่าความเชื่อมั่นที่อยู่ในเกณฑ์ ผู้ใช้จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า .60 (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 102)

3.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียน ชุดนี้ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ประเมินด้านลักษณะทั่วไป ส่วนที่ 2 ประเมินลักษณะบทเรียน และส่วนที่ 3 ประเมินคุณค่าของบทเรียน

### 3.3 วิธีดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเนื้อหาจาก บทเรียนที่สร้างขึ้นและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบให้บทเรียนมีคุณภาพตามเกณฑ์

80/80 และหาประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ซึ่งการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

### 3.3.1 ทดลองกลุ่มย่อย (Small group testing)

3.3.1.1 **วัตถุประสงค์** เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน และทดลองหา ประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน พร้อมทั้งวิเคราะห์หาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ส่วนวนภาษา เวลาที่เหมาะสมสำหรับการนำบทเรียนไปใช้จริง โดยมีการเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- ข. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
- ค. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน
- ง. เวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละเรื่อง
- จ. ความคิดเห็นต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน

#### 3.3.1.2 **กลุ่มตัวอย่าง** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่

1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 10 คน ซึ่งคัดเลือกจาก นักศึกษาที่มีผลการเรียนดี 3 คน (มีเกรดเฉลี่ยสะสม ตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป) ปานกลาง 4 คน (มีเกรด เฉลี่ยสะสมระหว่าง 2.00 -2.99) และผลการเรียนอ่อน 3 คน (มีเกรดเฉลี่ยสะสม ต่ำกว่า 2.00)

#### 3.3.1.3 **ดำเนินการทดลอง** โดยมีการแนะนำขั้นตอนต่าง ๆ ในการเข้าสู่

โปรแกรมให้แก่กลุ่มตัวอย่าง เมื่อผู้เรียนเข้าสู่โปรแกรมเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนเข้าไปทำ แบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงค่อยมาทำการศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่องพร้อมทั้งทำ แบบทดสอบแต่ละเรื่องให้ครบทั้ง 5 เรื่อง แล้วจึงให้ทำแบบทดสอบประเมินผลทุกเรื่องอีกครั้ง ทั้งนี้ ในขณะทดลองผู้วิจัยได้สังเกตและสอบถามปัญหา อุปสรรค ความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนรวมทั้ง จับเวลา สำหรับการเรียนแต่ละเรื่องประกอบกันไป หลังจากนั้นได้นำผลการทดลองไปวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ก่อนนำไปทดลองภาคสนาม

### 3.3.2 ทดลองภาคสนาม (Field testing)

#### 3.3.2.1 **วัตถุประสงค์** เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

และหาประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน โดยมีการเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- ข. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

ค. คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ง. ความคิดเห็นต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน

### 3.3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปี

ที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 30 คน โดยทำการคัดเลือกจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนดี 13 คน ผลการเรียนระดับปานกลาง 14 คน และผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ 13 คน ให้มาทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ หลังจากนั้น ได้ตัดคะแนนสูงสุดออก 5 คน และคะแนนต่ำสุดออก 5 คน ให้เหลือนักศึกษา 30 คน มาทดลองภาคสนาม

### 3.3.2.3 ดำเนินการทดลอง โดยมีการแนะนำขั้นตอนต่าง ๆ ในการเข้าสู่

โปรแกรมให้แก่กลุ่มตัวอย่าง เมื่อผู้เรียนเข้าสู่โปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เรียนเข้าไปทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงให้ทำการศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่อง พร้อมทั้งทำแบบทดสอบใน แต่ละเรื่องจนครบทั้ง 5 เรื่อง แล้วจึงให้ทำแบบทดสอบประเมินผลรวมทุกเรื่องอีกครั้งหนึ่ง หลังจากทดลองเสร็จแล้ว นำผลการทดลองไปวิเคราะห์และสรุปผล

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.4.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

การวิเคราะห์แบบทดสอบ เพื่อคัดเลือกข้อสอบเข้ามาใส่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนนั้น ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาแล้ว มาทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยยึดตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด หลังจากนั้นก็นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบทดสอบมีดังนี้

#### 3.4.1.1 สถิติที่ใช้สำหรับหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก

(D) ของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27% (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2539: 152-156)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

$$D = \frac{R_H - R_L}{N_H} \quad \text{หรือ}$$

$$D = \frac{R_H - R_L}{N_L}$$

เมื่อ  $P =$  ค่าความยากง่ายของข้อสอบ



$D$  = ค่าอำนาจจำแนก

$R_H$  = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  = จำนวนนักเรียน 27 % ในกลุ่มสูง

$N_L$  = จำนวนนักเรียน 27 % ในกลุ่มต่ำ

### 3.4.1.2 สถิติสำหรับหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คู

เดอร์ ริชาร์ดสัน 20 ( Kuder Richardson 20 )

$$\text{สูตร } r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด

$n$  = จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$p$  = สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก

$q = 1 - p$  (สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิด)

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมดของแบบทดสอบ

### 3.4.1.3 การหาค่าความแปรปรวน

$$\text{สูตร } S^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$S^2$  = ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

$x$  = คะแนนแต่ละคนของกลุ่มตัวอย่าง

$n$  = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$n - 1$  = จำนวนตัวแปรกลุ่มอิสระ (Degree of Freedom)

## 3.4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน และการหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

การวิเคราะห์ทำหลังจากให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนและได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนแต่ละเรื่อง แล้วทำแบบทดสอบระหว่างเรียน เมื่อศึกษาจบทั้ง 5 เรื่อง แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

### 3.4.2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน จะกระทำโดยการนำ

คะแนนของผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  = ประสิทธิภาพของขบวนการ

$E_2$  = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x$  = คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$  = คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

$A$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกหน่วยรวมกัน

$B$  = คะแนนเต็มของคะแนนสอบจบบทเรียน

$n$  = จำนวนนักเรียนที่เรียนบทเรียน

3.4.2.2 ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน จะวิเคราะห์ได้โดยการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติการเปรียบเทียบ t-test ดังนี้

$$\text{สูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ  $t$  = ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

$D$  = ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน

$n$  = จำนวนนักเรียนที่ทดลองเรียนบทเรียน

### 3.4.3 การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของชุดบทเรียน

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น เกี่ยวกับคุณภาพของชุดบทเรียน กระทำหลังจากได้รวบรวมแบบสอบถาม เพื่อประเมินและตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนชุดนี้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากนั้นนำมาคำนวณแล้วจึงวิเคราะห์ผล โดยผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล คือข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามแบบ ของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) คือมีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และแปลผลคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 -1.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 -2.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 -3.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 -4.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 -5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

#### สถิติที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\text{เมื่อ } \bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$\sum x = \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$n = \text{จำนวนข้อมูล}$$

#### 3.4.4 การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดบทเรียน

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยชุดบทเรียน กระทำหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดลองเรียนด้วยบทเรียนเรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ หลังจากนั้นก็นำแบบสอบถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบกลับมา มาคำนวณแล้ววิเคราะห์ผล โดยผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert Rating Scale) คือมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และ ควรปรับปรุง โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของระดับความคิดเห็นของผู้เรียน และแปลผลคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับควรปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

สถิติที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย

สูตร  $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

เมื่อ  $\bar{X}$  = คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  = จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ ในปริภูมิ 3 มิติ มีจุดประสงค์เพื่อหา ประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียน พร้อมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 4.5 ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนและข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในขณะทดลองภาคสนาม

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งเป็นเรื่องหนึ่งในรายวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร มาแล้วจำนวน 150 คน โดยใช้เทคนิค 27% ( เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2539 : 152-156 ) เพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้ โดยใช้เกณฑ์กำหนดให้มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 -0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและอ่อนได้ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ

| แบบทดสอบ                                 | ช่วงค่าความยากง่าย (P) | ช่วงค่าอำนาจจำแนก (D) |
|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก                | 0.45 – 0.76            | 0.20 – 0.82           |
| 2. การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์    | 0.40 – 0.46            | 0.67 – 0.92           |
| 3. ผลคูณเชิงสเกลาร์                      | 0.30 – 0.58            | 0.32 – 0.62           |
| 4. ผลคูณเชิงเวกเตอร์                     | 0.32 – 0.53            | 0.37 – 0.87           |
| 5. บทประยุกต์ของเวกเตอร์                 | 0.27 – 0.65            | 0.22 – 0.85           |
| 6. แบบประเมินผลรวมก่อนเรียน และหลังเรียน | 0.20 – 0.75            | 0.20 – 0.68           |

จากตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.20 ขึ้นไป เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบนี้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนี้ ใช้วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสันสูตรที่ 20 (KR-20) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

| แบบทดสอบ                                 | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
|------------------------------------------|--------------------------|
| 1. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก                | 0.82                     |
| 2. การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์    | 0.91                     |
| 3. ผลคูณเชิงสเกลาร์                      | 0.83                     |
| 4. ผลคูณเชิงเวกเตอร์                     | 0.92                     |
| 5. บทประยุกต์ของเวกเตอร์                 | 0.88                     |
| 6. แบบประเมินผลรวมก่อนเรียน และหลังเรียน | 0.89                     |

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลปรากฏว่า แบบทดสอบเรื่องที่ 1 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 แบบทดสอบเรื่องที่ 2 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 แบบ

ทดสอบเรื่องที่ 3 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 แบบทดสอบเรื่องที่ 4 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แบบทดสอบเรื่องที่ 5 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน มีความเชื่อมั่น 0.89 ทั้งนี้แบบทดสอบที่ถือเป็นเกณฑ์ใช้ได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.60 ( ยาวดี วิบูลย์ศรี , 2539 : 102) เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า แบบทดสอบทั้งหมดมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ได้ทดลองกับนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อนจำนวน 40 คน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.3.1 ทดลองกลุ่มย่อย (Small group testing) กับนักศึกษา 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่องด้านเทคนิคการนำเสนอภาพ ความเข้าใจต่อสำนวนภาษาของผู้เรียน เวลาที่เหมาะสมสำหรับบทเรียน รวมทั้งวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนจากบทเรียน เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้ทดลองภาคสนาม ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน / กลุ่มย่อย

| นักศึกษาคนที่ | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (75) | คะแนนทดสอบหลังเรียน (30) |
|---------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1             | 65                          | 25                       |
| 2             | 67                          | 26                       |
| 3             | 66                          | 25                       |
| 4             | 63                          | 24                       |
| 5             | 58                          | 23                       |
| 6             | 65                          | 28                       |
| 7             | 70                          | 25                       |
| 8             | 63                          | 23                       |
| 9             | 66                          | 21                       |
| 10            | 65                          | 24                       |
| รวม           | 648                         | 244                      |

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum x/N}{A} \times 100 \\
 &= \frac{648/10}{75} \times 100 \\
 &= 86.40 \\
 E_2 &= \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \\
 &= \frac{244/10}{30} \times 100 \\
 &= 81.33
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษา 10 คน ปรากฏว่าชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.40 / 81.33 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) และมีประสิทธิภาพทางการเรียนวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน / กลุ่มย่อย

| นักศึกษาคนที่ | คะแนนสอบก่อนเรียน | คะแนนสอบหลังเรียน | ผลต่างคะแนน (D) | D <sup>2</sup> |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| 1             | 13                | 25                | 12              | 144            |
| 2             | 24                | 26                | 2               | 4              |
| 3             | 21                | 25                | 4               | 16             |
| 4             | 12                | 24                | 12              | 144            |
| 5             | 20                | 23                | 3               | 9              |
| 6             | 18                | 28                | 10              | 100            |
| 7             | 19                | 25                | 6               | 36             |
| 8             | 15                | 23                | 8               | 64             |
| 9             | 12                | 21                | 9               | 81             |
| 10            | 17                | 24                | 7               | 49             |
| รวม           |                   |                   | 71              | 647            |



$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{71}{\sqrt{\frac{10(647) - (71)^2}{9}}} \\
 &= \frac{71}{12.60} \\
 &= 5.63
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.4 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏว่า จากการเปิดตาราง t ซึ่งมี df = 9 ระดับนัยสำคัญ .01 มีค่า 2.821 ผลของการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ค่า t = 5.63 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าที่เปิดตาราง แสดงว่าคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาดูแล้วปรากฏคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.40 / 81.33 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80 และมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอยู่ในขอบข่ายที่จะนำไปทดลองภาคสนามได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบในระหว่างการทดลอง เช่น ข้อผิดพลาดของโจทย์ปัญหา บางข้อ ข้อผิดพลาดในการพิมพ์ตัวอักษร สีของตัวอักษรที่มี Highlight ไม่เด่นชัด รวมทั้งเสียงนำเข้าสู่บทเรียน

4.3.2 ทดลองภาคสนาม (Field testing) กับนักศึกษา 30 คน ผู้วิจัยได้ชี้แจงวิธีการ การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้น ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้น เริ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 5 เรื่อง โดยในการเรียนเมื่อเรียนจบแต่ละเรื่องแล้ว ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจนครบทุกเรื่อง เมื่อศึกษาครบทั้ง 5 เรื่องแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน / ภาคสนาม

| นักศึกษาคนที่ | คะแนนสอบระหว่างเรียน (75 คะแนน) | คะแนนสอบหลังเรียน (30 คะแนน) |
|---------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1             | 60                              | 22                           |
| 2             | 58                              | 24                           |
| 3             | 59                              | 25                           |
| 4             | 63                              | 26                           |
| 5             | 67                              | 25                           |
| 6             | 68                              | 26                           |
| 7             | 61                              | 27                           |
| 8             | 68                              | 25                           |
| 9             | 62                              | 24                           |
| 10            | 66                              | 23                           |
| 11            | 60                              | 20                           |
| 12            | 53                              | 21                           |
| 13            | 61                              | 24                           |
| 14            | 63                              | 25                           |
| 15            | 65                              | 22                           |
| 16            | 69                              | 25                           |
| 17            | 61                              | 24                           |
| 18            | 62                              | 26                           |
| 19            | 64                              | 25                           |
| 20            | 60                              | 26                           |
| 21            | 66                              | 26                           |
| 22            | 62                              | 22                           |
| 23            | 68                              | 25                           |
| 24            | 64                              | 24                           |
| 25            | 58                              | 21                           |
| 26            | 59                              | 22                           |
| 27            | 63                              | 25                           |
| 28            | 64                              | 26                           |
| 29            | 69                              | 27                           |
| 30            | 65                              | 23                           |
| รวม           | 1,828                           | 726                          |

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum x/N}{A} \times 100 \\
 &= \frac{1828/30}{75} \times 100 \\
 &= 81.24 \\
 E_2 &= \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \\
 &= \frac{726/30}{30} \times 100 \\
 &= 80.66
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษา 30 คน ปรากฏว่า ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 81.24 / 80.66 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และมีประสิทธิผลทางการเรียนวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t.test ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน / ภาคสนาม

| นักศึกษาคนที่ | คะแนนสอบก่อนเรียน | คะแนนสอบหลังเรียน | ผลต่าง (D) | D <sup>2</sup> |
|---------------|-------------------|-------------------|------------|----------------|
| 1             | 14                | 20                | 6          | 36             |
| 2             | 20                | 27                | 7          | 49             |
| 3             | 15                | 22                | 7          | 49             |
| 4             | 17                | 24                | 7          | 49             |
| 5             | 12                | 19                | 7          | 49             |
| 6             | 18                | 21                | 3          | 9              |
| 7             | 13                | 18                | 5          | 25             |
| 8             | 13                | 20                | 7          | 49             |
| 9             | 16                | 21                | 5          | 25             |
| 10            | 21                | 26                | 5          | 25             |
| 11            | 19                | 24                | 5          | 25             |
| 12            | 14                | 21                | 7          | 49             |
| 13            | 12                | 17                | 5          | 25             |
| 14            | 18                | 19                | 1          | 1              |
| 15            | 19                | 22                | 3          | 9              |

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน /  
ภาคสนาม (ต่อ)

| นักศึกษาคนที่ | คะแนนสอบก่อนเรียน | คะแนนสอบหลังเรียน | ผลต่าง (D) | D <sup>2</sup> |
|---------------|-------------------|-------------------|------------|----------------|
| 16            | 8                 | 18                | 10         | 100            |
| 17            | 16                | 24                | 8          | 64             |
| 18            | 11                | 22                | 11         | 121            |
| 19            | 14                | 25                | 11         | 121            |
| 20            | 15                | 23                | 8          | 64             |
| 21            | 13                | 19                | 6          | 36             |
| 22            | 16                | 21                | 5          | 25             |
| 23            | 16                | 23                | 7          | 49             |
| 24            | 20                | 26                | 6          | 36             |
| 25            | 11                | 17                | 6          | 36             |
| 26            | 13                | 18                | 5          | 25             |
| 27            | 14                | 21                | 7          | 49             |
| 28            | 13                | 20                | 7          | 49             |
| 29            | 17                | 24                | 7          | 49             |
| 30            | 16                | 25                | 11         | 121            |
| รวม           |                   |                   | 195        | 1,419          |

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{195}{\sqrt{\frac{30(1419) - (195)^2}{29}}} \\
 &= \frac{195}{12.51} \\
 &= 15.58
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.6 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความแตกต่างก่อนเรียน และหลังเรียน  
ผลปรากฏว่า จากการเปิดตาราง t ซึ่งมี df = 29 ระดับนัยสำคัญ 0.01 มีค่า 2.462 ผลการ  
เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนได้ค่า t = 15.58 ซึ่งมีค่า  
มากกว่าค่าที่

เปิดตาราง แสดงว่า คะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่าคะแนน ของแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.24 / 80.66 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปเผยแพร่ได้

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลปรากฏดังนี้  
ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน                                         | ค่าเฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|-------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 1. เนื้อหาและการนำเสนอ                                |           |              |
| 1.1 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ               | 4.60      | ระดับดีมาก   |
| 1.2 ความเหมาะสมในการนำเสนอสู่บทเรียน                  | 4.40      | ระดับดี      |
| 1.3 ลำดับในการนำเสนอเนื้อหา                           | 4.80      | ระดับดีมาก   |
| 1.4 ความน่าสนใจของเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง | 4.20      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                | 4.50      | ระดับดีมาก   |
| 2. ภาพ                                                |           |              |
| 2.1 คุณภาพของภาพ                                      | 4.20      | ระดับดี      |
| 2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย                | 4.20      | ระดับดี      |
| 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยายเนื้อหา       | 4.40      | ระดับดี      |
| 2.4 ความเหมาะสมของภาพกราฟิกที่ใช้                     | 4.56      | ระดับดีมาก   |
| 2.5 ความน่าสนใจของภาพกราฟิกที่ใช้                     | 4.56      | ระดับดีมาก   |
| 2.6 ความน่าสนใจของเทคนิคการนำเสนอภาพในบทเรียน         | 4.20      | ระดับดี      |
| 2.7 ความเหมาะสมของสีพื้นที่ใช้กับภาพโดยรวม            | 4.20      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                | 4.33      | ระดับดี      |

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

| รายการประเมิน                                           | ค่าเฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|---------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 3. ตัวอักษร                                             |           |              |
| 3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ                  | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร                               | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร                          | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร                 | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟิก                         | 4.60      | ระดับดีมาก   |
| เฉลี่ย                                                  | 4.28      | ระดับดี      |
| 4. เสียงและภาษา                                         |           |              |
| 4.1 ความเหมาะสมของเสียงนำเข้าสู่บทเรียน                 | 4.20      | ระดับดี      |
| 4.2 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายเนื้อหา                    | 4.20      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                  | 4.20      | ระดับดี      |
| 5. เวลา                                                 |           |              |
| 5.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอเนื้อหาภาพ               | 4.60      | ระดับดีมาก   |
| 5.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย       | 4.20      | ระดับดี      |
| 5.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง               | 4.20      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                  | 4.33      | ระดับดี      |
| 6. ข้อมูลย้อนกลับ                                       |           |              |
| 6.1 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับของแบบฝึกหัดแต่ละข้อ    | 4.60      | ระดับดีมาก   |
| 6.2 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับของกิจกรรมในแต่ละเรื่อง | 4.56      | ระดับดีมาก   |
| 6.3 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับโดยรวม                  | 4.56      | ระดับดีมาก   |
| เฉลี่ย                                                  | 4.57      | ระดับดีมาก   |
| 7.การจัดการบทเรียน                                      |           |              |
| 7.1 ความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้บทเรียน             | 4.60      | ระดับดีมาก   |
| เฉลี่ย                                                  | 4.60      | ระดับดีมาก   |

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum x}{n} \\
 &= \frac{30.81}{7} \\
 &= 4.40
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.7 เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ผลปรากฏว่าชุดบทเรียนนี้อยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.40$ ) แสดงว่าบทเรียนชุดนี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในขณะทดลองภาคสนาม

##### 4.5.1 ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างในขณะทดลอง

ในการทดลองภาคสนามนี้ ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความคิดเห็นแก่ผู้เรียนเพื่อวัดความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ได้ผลสรุปดังนี้

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ในขณะทดลอง

| รายการ                                                                                                                                        | ค่าเฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| <b>1. ลักษณะทั่วไป</b>                                                                                                                        |           |              |
| 1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนเข้าศึกษานี้ใช้งานได้ง่ายเพียงใด                                                                             | 4.10      | ระดับดี      |
| 1.2 การจัดวางหน้าจอและเมนูต่าง ๆ เหมาะสมมากเพียงใด                                                                                            | 4.27      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                                                                                                        | 4.18      | ระดับดี      |
| <b>2. ลักษณะบทเรียน</b>                                                                                                                       |           |              |
| 2.1 ในส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากเพียงใด                                                                          | 4.03      | ระดับดี      |
| 2.2 ท่านเห็นว่าเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มีการเรียงลำดับขั้นตอนง่ายต่อการทำความเข้าใจมากเพียงใด                                              | 4.00      | ระดับดี      |
| 2.3 การเรียงลำดับเนื้อหาโดยเริ่มจากเรื่องที่ 1 ถึงเรื่องที่ 5 นั้น เนื้อหามีความสอดคล้องต่อเนื่องกันเพียงใด                                   | 4.23      | ระดับดี      |
| 2.4 การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอยู่เรื่อย ๆ เป็นระยะ ๆ ทำให้เกิดความไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมากเพียงใด                                          | 4.13      | ระดับดี      |
| 2.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองหลาย ๆ วิธี เช่น การเติมคำตอบ การเลือกคำตอบ ในส่วนของแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมากเพียงใด | 4.20      | ระดับดี      |
| 2.6 เสียงบรรยายในส่วนของเนื้อหาแต่ละเรื่อง ช่วยเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้มากเพียงใด                                                        | 4.17      | ระดับดี      |

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ในขณะทดลอง (ต่อ)

| รายการ                                                                                                                                        | ค่าเฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 2.7 การย้อนกลับของข้อมูลในหน้าจอที่ผ่านมาทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้มากเพียงใด                                                         | 4.40      | ระดับดี      |
| 2.8 บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจ และน่าติดตามมากเพียงใด                                                                                       | 4.27      | ระดับดี      |
| 2.9 การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้บรรยากาศในการเรียนเพลิดเพลินมากเพียงใด                                                                 | 4.13      | ระดับดี      |
| 2.10 แบบทดสอบในแต่ละเรื่องสามารถวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้มากเพียงใด                                                                   | 4.17      | ระดับดี      |
| 2.11 บทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ให้ความช่วยเหลือท่าน ทั้งในและนอกเวลาการเรียนการสอนมากเพียงใด                                                       | 4.40      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                                                                                                        | 4.19      | ระดับดี      |
| <u>3. การประเมินคุณค่าของบทเรียน</u>                                                                                                          |           |              |
| 3.1 หลังจากที่ท่านได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 1 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากมากเพียงใด                                     | 4.40      | ระดับดี      |
| 3.2 หลังจากที่ท่านได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 2 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องการดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์มากเพียงใด                         | 4.27      | ระดับดี      |
| 3.3 หลังจากที่ท่านได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 3 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องผลคูณเชิงสเกลาร์มากเพียงใด                                           | 4.23      | ระดับดี      |
| 3.4 หลังจากที่ท่านได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 4 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องผลคูณเชิงเวกเตอร์มากเพียงใด                                          | 4.23      | ระดับดี      |
| 3.5 หลังจากที่ท่านได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 5 แล้ว ท่านมีความรู้เกี่ยวกับบทประยุกต์ของเวกเตอร์มากเพียงใด                                     | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.6 โดยสรุป ท่านคิดว่าท่านมีความรู้เรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มากขึ้นเพียงใดหลังจากที่ท่านได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้จนครบทั้ง 5 หน่วย | 4.20      | ระดับดี      |
| 3.7 โดยสรุป ท่านมีความพึงพอใจกับการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มากเพียงใด                                                                    | 4.40      | ระดับดี      |
| เฉลี่ย                                                                                                                                        | 4.27      | ระดับดี      |
| รวมเฉลี่ยทุกรายการ                                                                                                                            | 4.21      |              |



$$\begin{aligned}\text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{12.64}{3} \\ &= 4.21\end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.8 เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ผลปรากฏว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดบทเรียนนี้อยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.21$ ) แสดงว่าบทเรียนชุดนี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้

#### 4.5.2 ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างในขณะทดลอง

ในการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง และสอบถามความคิดเห็นจากการเรียนโดยใช้ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นพบว่า

4.5.2.1 ในการเสนอเนื้อหาด้วยการใช้ภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาพูดจะเกิดความเข้าใจง่ายขึ้น

4.5.2.2 การใช้ภาพประกอบแบบทดสอบในแต่ละหน่วย ทำให้บทเรียนน่าสนใจและน่าติดตามมากขึ้น

4.5.2.3 ลักษณะการจัดบทเรียนเนื้อหาเป็นอิสระต่อกัน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อเนื่องจาก ผู้เรียนไม่ต้องกลับมาเรียนเนื้อหาเดิมในส่วนที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว

4.5.2.4 รูปแบบการนำเสนอบทเรียนน่าสนใจ ทำให้ชวนติดตาม

4.5.2.5 เนื้อหาที่น่าสนใจมีความละเอียด ชัดเจน ทำให้ได้ความรู้ครบถ้วน เมื่อศึกษาในโปรแกรมแล้วไม่ต้องกลับมาศึกษาในหนังสือใหม่ ใช้แทนหนังสือเรียนได้เลย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ของชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวกเตอร์ ในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาบทหนึ่งในรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร ที่บังคับให้นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ต้องลงทะเบียนเรียน

#### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 5.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ
- 5.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
- 5.1.3 เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
- 5.1.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

#### 5.2 สมมติฐานของการวิจัย

- 5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด 80/80
- 5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น

#### 5.3 กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

#### 5.4 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง โดยใช้นักศึกษาที่สนใจการเรียนรู้อยู่ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

#### 5.4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

ก **กลุ่มที่ 1** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับหรือข้อความ เพื่อตรวจสอบการสื่อความหมายของสำนวนหรือข้อความที่ใช้กันมีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียน ในส่วนนี้จะใช้ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อนจำนวน 10 คน

ข **กลุ่มที่ 2** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน และ ประสิทธิภาพทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ส่วนนี้จะใช้ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ซึ่งยังไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อนจำนวนจำนวน 30 คน

5.4.2 **กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการวิจัย** ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์และ ปรับปรุงแบบทดสอบ สำหรับนำมาใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ผ่านการเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาแล้ว จำนวน 150 คน

### 5.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือแบบทดสอบและชุดบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ

5.5.1 **แบบทดสอบ** ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก สำหรับใช้ในการ ประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ โดยแบ่งเป็น 2 ชุด คือแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวมีความยากง่าย (P) ค่าอำนาจ จำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นดังนี้

5.5.1.1 แบบทดสอบระหว่างเรียนมีความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.20 -0.76 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.20 -0.92 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.82-0.91

5.5.1.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.20 -0.75 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.20 -0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.89

### 5.5.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างหัวเรื่องต่าง ๆ และรูปแบบการนำเสนอ จากนั้นได้ดำเนินการดังนี้

- 5.5.2.1 สร้างแผนภูมิระดมสมอง
- 5.5.2.2 สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์
- 5.5.2.3 สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา
- 5.5.2.4 กำหนดวิธีการนำเสนอ
- 5.5.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์
- 5.5.2.6 สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละเรื่อง
- 5.5.2.7 สร้างแผนภูมิการนำเสนอของบทเรียน
- 5.5.2.8 เขียนรายละเอียดเนื้อหาแต่ละกรอบตามรูปแบบที่กำหนด
- 5.5.2.9 จัดทำลำดับเนื้อหาจากกรอบเนื้อหาที่ได้เขียนไว้บนสื่อสิ่งพิมพ์
- 5.5.2.10 นำกรอบเนื้อหาไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมด้านจำนวนหรือข้อความ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 5.5.2.11 คัดเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมในการพัฒนาพร้อมทั้งฝึกใช้
- 5.5.2.12 จัดทำสื่อมัลติมีเดียที่จำเป็นต้องใช้
- 5.5.2.13 นำบทเรียนที่ได้ออกแบบไว้ลงบนคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งตรวจสอบการทำงานให้เรียบร้อย
- 5.5.2.14 นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตตรวจสอบและประเมินผล

เมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้ว จึงนำไปเขียนลงแผ่น CD-ROM และทำการตรวจสอบความคล่องตัวของบทเรียนที่สร้างขึ้น ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

### 5.6 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.6.1 ทดลองกับนักศึกษากลุ่มย่อย กับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ และมีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง 3 คน ระดับปานกลาง 4 คน และระดับต่ำ 3 คน แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่เหมาะสมสำหรับบทเรียนแต่ละเรื่อง รวมทั้งวิเคราะห์

หาประสิทธิภาพของบทเรียน และประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของนักศึกษา และปรับปรุงบทเรียน ส่วนที่พบข้อบกพร่อง ก่อนนำไปทดลองภาคสนาม

5.6.2 **ทดลองกับนักศึกษาภาคสนาม** กับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนเรื่องเวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ มาก่อน โดยคัดเลือกจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนดี 13 คน ผลการเรียนรู้ระดับปานกลาง 14 คน และผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ 13 คน ให้มาทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ หลังจากนั้นได้ตัดคะแนนสูงสุดออก 5 คน และคะแนนต่ำสุดออก 5 คน เหลือนักศึกษา 30 คน มาทดลองภาคสนาม แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของบทเรียน และประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของนักศึกษาตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของ บทเรียน ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญการผลิตสื่อ รวมทั้ง ความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนี้

5.7.1 การทดลองกลุ่มย่อย ชุดบทเรียนมีประสิทธิภาพ 86.40/81.33 และมีประสิทธิผลทางการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถนำไปทดลองภาคสนามได้ แต่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของปมต่าง ๆ ที่ใช้ในการตอบสนองของผู้เรียนให้เกิดความสวยงามน่าสนใจขึ้น แล้วจึงนำไปทดลองภาคสนาม

5.7.2. การทดลองภาคสนาม ผลการเปรียบเทียบคะแนน จากการสอบระหว่างเรียนและ หลังเรียนผลปรากฏว่า ชุดบทเรียนมีประสิทธิภาพ 81.24 / 80.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผลปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าบทเรียนชุดนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนั้น ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้สามารถนำไปเผยแพร่ได้

5.7.3 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิต ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 แสดงว่า บทเรียนชุดนี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักศึกษา

5.7.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น จากแบบสอบถามที่ผู้เรียนตอบกลับมา ซึ่งประเมินลักษณะของบทเรียนออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนที่ 1 ประเมินลักษณะทั่วไป ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 4.18 ส่วนที่ 2 ประเมินลักษณะบทเรียน ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ

4.19 และ ส่วนที่ 3 ประเมินคุณค่าของบทเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.27 เมื่อรวมแบบประเมินทั้งหมดแล้ว มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.21 ซึ่งถือว่าผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่า บทเรียนชุดนี้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนนักศึกษา

## 5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลและผลการวิจัยข้างต้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.24 / 80.66 และมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.8.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์มากที่สุด จนสามารถหาประสิทธิภาพของบทเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

5.8.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถสร้างความเป็นอิสระในการเรียนให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนทบทวนด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน เพราะการนำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปได้เนื้อหาที่ผ่านมา ก็คงก็ได้จนกว่าผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหาในส่วนนั้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของนิพนธ์ สุขปริดี ว่า "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนของการเรียนรายบุคคลที่ดี สามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนตามความสามารถของแต่ละบุคคล ที่จะเรียนได้ตามอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องรอหรือเร่งการตอบสนองและไม่ต้องรอข้อมูลย้อนกลับจากครู "

5.8.3 จากการทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้สังเกตพบว่า ผู้เรียนจะรู้สึกตื่นเต้นและพอใจกับการตอบสนองจากโปรแกรมของบทเรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานไม่เบื่อหน่ายในการเรียน เพราะเป็นสิ่งที่แปลกใหม่สำหรับนักศึกษา ซึ่งเคยชินกับการเรียนโดยครูผู้สอนบรรยายอยู่หน้าชั้นเรียนจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าพบเนื้อหาที่ยากผู้เรียนจะยิ่งเบื่อหน่ายมากขึ้น แต่การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะมีผลขัดเจนมากกับผู้เรียนที่เรียนอ่อน เพราะเมื่อโปรแกรมตอบสนองในทางบวก ผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ มีความกระตือรือร้น อยากจะศึกษาต่อเพื่อดูผลรับของการตอบสนองต่อไป และจะมีความพยายามที่จะทำให้ได้คะแนนสูงที่สุด จึงส่งผลให้ประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปของงานวิจัยของ ลักษณะพร ใจนันทิกษกุล ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเรื่อง โสัดทัศนอุปกรณ์ ประเภทเครื่องฉายเครื่องเสียงว่า "จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน

ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและตั้งใจเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก ส่งผลทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น"

5.8.4 ประเด็นเทคนิคที่ใช้ส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนชุดนี้มีจุดเด่นพิเศษ คือมีการเรียงลำดับเนื้อหา ตามลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ มีคำอธิบายเสริมในรูปของเสียงและข้อความประกอบในส่วนที่สำคัญ ๆ เพื่อเสริมความเข้าใจของผู้เรียน อีกทั้งมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนทำเป็นระยะ ๆ ในกรณีที่ผู้เรียนมีข้อสงสัยในแบบฝึกหัดที่ให้ทำ ก็สามารถขอคู่มือวิธีหาคำตอบในแบบฝึกหัดข้อนั้น ๆ ได้ ลักษณะของวิธีการเฉลยคำตอบ จะมีวิธีทำให้นักศึกษาดูอย่างชัดเจนในข้อที่ต้องการคำอธิบาย ลักษณะเทคนิคพิเศษเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

## 5.9 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถนำชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

5.9.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำมาใช้ช่วยการสอนของครู เนื่องจากลักษณะของบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้น ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่อง ๆ ตามสภาพการเรียนการสอนตามปกติ รายละเอียดในแต่ละเรื่องจะประกอบด้วย หัวเรื่อง คำแนะนำวิธีการเรียน จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและแบบฝึกหัด บทสรุปและแบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดครบถ้วนตรงตามหลักสูตร ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนส่วนต่าง ๆ ในบทเรียนได้อย่างอิสระและยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนย้อนเนื้อหากลับไปกลับมาได้และไม่มีการกำหนดเวลาเรียน

5.9.2 ลักษณะของบทเรียนจะมีคำอธิบายเสริมเนื้อหาในส่วนที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม รวมทั้งมีตัวอย่างประกอบและมีเสียงบรรยาย เทคนิคในส่วนนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้น จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน

5.9.3 ควรทำเป็น CD เพื่อให้นักศึกษาได้ยืมไปศึกษาทบทวนใหม่ได้

5.9.4 ควรมีศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเองหรือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่ประกอบด้วย จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่จะเข้ามาศึกษาหาความรู้ ตามความสามารถของตนเอง จะเป็นการช่วยเสริมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจและเกิดทักษะในการคิดคำนวณมากขึ้น จะช่วยให้ประสิทธิผลทางการเรียนสูงขึ้นได้

5.9.5 การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะสร้างแรงกระตุ้นทำให้ผู้

เรียนสนใจเรียน เนื่องจากเป็นสิ่งที่แปลกใหม่สำหรับนักศึกษาทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปพร้อม ๆ กันได้

5.9.6 นำไปใช้เป็นแนวทางการสอนสำหรับครูผู้สอน หรือผู้เขียนโปรแกรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อพัฒนาในเรื่องอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน

5.9.7 นำไปใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเรื่องการสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แก่ครูผู้สอน นักเขียนโปรแกรม รวมถึงบุคคลที่สนใจทั่วไป

## 5.10 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะดังนี้

5.10.1 ควรมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนให้ทันต่อสื่อเทคโนโลยี

5.10.2 เนื้อหาที่ผู้วิจัยทำในครั้งนี้เป็นเพียงเรื่องหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเนื้อหาวิชาส่วนอื่นเพื่อให้ครบทั้งรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร

5.10.3 ควรมีการพัฒนาบทเรียนที่ให้บริการบริการผ่านทาง On - line



## บรรณานุกรม

- กำพล ดำรงวงศ์. 2528. " การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชา  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน 2 วิธี "  
ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กาญจนา ลิ้นหัตถ์ศิริกุล. 2538. " การรวบรวมข้อมูลวิจัย " ในการประมวลสาระชุดวิชาวิทยา  
นิพนธ์2, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชนิษฐา ชานนท์. 2531. " เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน " เทคโนโลยีทางการ  
ศึกษา. ฉบับปฐมฤกษ์ : 7 – 13.
- ครุฑิต มาลัยวงศ์. 2532. " สวัสดิ์ศรีคุณครูคอมพิวเตอร์ ". ค่อมพิวเตอร์, มิถุนายน,: 69–70.
- จารึก ศรีคุณโน. 2535. " การศึกษาการแก้ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง " วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิราภรณ์ สัทธานนท์. 2538. " การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น  
ต้น " วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- จักรภพ ศรีงาม. 2539. " การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนชุดสมการและอสมการ ",  
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา,มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- จิระนันท์ พรหมคุณ. 2543. " การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูล  
แบบเป็นเชิงเส้น ". วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอม  
พิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2534. " บทเรียนคอมพิวเตอร์ ". วารสารจันทร์เกษม, (เม.ย.-มิ.ย.): 80-81.
- ชัยพร ตั้งตน. 2537. " การพัฒนาบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหารโดยใช้คอมพิวเตอร์  
ช่วยการสอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3 โรงเรียนดาราคาม กรุงเทพมหานคร ". วิทยา  
นิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .
- ชัชวาล มังคลีกุล. 2532. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์  
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บทเรียนเสนอสิ่งช่วยจัดความ  
คิดรวบยอดก่อนเรียนและหลังเรียน". ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตภาควิชาเทคโนโลยี  
ทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ดำรงค์ ตาแจ่ม. 2531. " การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่มีเกมประกอบเนื้อหา กับ ไม่มีเกมประกอบเนื้อหา ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ทักษิณา สนวนานนท์. 2529 . " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) ", คอมพิวเตอร์วิธีวิ, (กันยายน) :หน้า 56 – 67.

\_\_\_\_\_. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : องค์การคำคุณสุภา.

นิพนธ์ สุขปรีดี. 2532. " คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนรู้การสอน. " คอมพิวเตอร์, : หน้า 24 – 28.

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์. 2531. " การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ ". ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

นางนุช วรรณวนะ. 2534. " คอมพิวเตอร์ในการศึกษาความเป็นมา ", วารสารคอมพิวเตอร์, (สิงหาคม), หน้า 69 –74.

\_\_\_\_\_. 2535. " ระบบโปรแกรมสร้างบทเรียนภาษาไทย ". คอมพิวเตอร์, พ.ศ.-ม.ย. หน้า 50 – 77.

\_\_\_\_\_. 2538. " คอมพิวเตอร์ศึกษาในระดับโรงเรียน ". คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วย การศึกษาฯสหประชาชาติ, มกราคม-มีนาคม, หน้า 43 – 52.

ผดุง อารยะวิญญู. 2541. " ไม่ใคร่คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา " อีเอ็นยูเคชั่น, หน้า 39 – 41 .

ฝนทิพย์ อมาตยกุล. 2531. " การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน." ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พรพรรณ ไวยทางกูร และ นภาพันท์ อนันตรศิริชัย. 2533. " การพัฒนาโปรแกรมช่วยการสอน " , วารสารสสวท.,ต.ค.-ธ.ค., หน้า 24 และ 33 -34.

ไพโรจน์ ตีรณานากุล และ ไพบูลย์ เกียรติโกมล. 2541. " Creating IMMCAI Package " , ครู ศาสตร์อุตสาหกรรม, พ.ศ. , หน้า 14 -18.

ไพโรจน์ ตีรณานากุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล และ สิริลักษณ์ ตีรณานากุล. 2542. " การออกแบบ การสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน IMMCAI " . ครูศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 4 -13.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535. "วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์", สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, หน้า 298.

พิสนธิ์ จงตระกูล. 2532. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน", สารพัฒนาคณาจารย์ 4 (ก.ค.-ส.ค.) :หน้า 1-6  
 ยืน ภู่วรวรรณ. 2529. " การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน ". จันทรเกษม. ( มีนาคม – เมษายน) : 1-11

\_\_\_\_\_. 2531. " การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน ", ไมโครคอมพิวเตอร์, ก.พ. หน้า 120-129.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. "การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์", สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิจัยการศึกษา : Education Research Methodology, พิมพ์ครั้งที่ 2, ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, หน้า 67-170.

ลักษณะพร โจนพิทักษ์กุล. 2540. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาเทคโนโลยีการศึกษา, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วีระ ไทยพานิช. "บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน". รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีทางการศึกษา, ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน, หน้า 7 – 17, กรุงเทพฯ.

วัลลภ พัฒนพงศ์. 2538. " การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนและแบบเรียนโปรแกรมในการสอนวิชาเขียนแบบทอ " ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 216 หน้า.

ศิริชัย นามบุรี. 2542. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ". วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,

ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. " แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ". Computer Review, ก.พ., หน้า 173 – 178.

เสาวนีย์ ภิชาบบันฑิต. 2525. " เทคโนโลยีทางการศึกษา ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สมเกียรติ สุจริตประภากร. 2543. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการนำเสนอแบบฟูลเพจ และแบบเฟรมเพจ". หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สิริลักษณ์ สีแดง. 2541. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เรื่องการถ่ายภาพ" หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สมศักดิ์ จีวัฒนา. 2541. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาการสื่อสารข้อมูล" สูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุวิทย์ แสงแก้ว. 2535. "การศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรู้แจ้งกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน". วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- อัครวุฒิ จินดานุรักษ์ และคณะ. 2543. รายงานผลการวิจัย "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสำหรับบทวนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต" วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ.
- Casner, Jack Leroy. 1978. "A Study of Attitudes Towards Mathematics of Eighth Grade Students Receiving Computer Assisted Instruction and Students Receiving Conventional Classroom Instruction". Dissertation Abstracts International, 38 : 7106-A
- Cole, Dennis Dale. 1992. "The Effect of Classification Strategy Instruction on the Use of Analogous Solutions to Solve Algebra Word Problems". Dissertation Abstracts International, December : 1831-A.
- Collins, Maria Theresa. 1985. "The Effectiveness of / Computer-Delivered Correction Procedures on Low-Performing Secondary Students Reasoning Skills". Dissertation Abstracts International 45 (June) : 3601 – A.
- Hakes, A.M., 1986, A Comparisons between two Methods of Individualized Mathematics Instruction with Potential High School Dropouts in Continuation Programs, Dissertation Abstracts International, pp.1590 - A.

- Hawley,D.E. and other. 1987. " Costs, Effect , and Utility of Microcomputer - Assisted Instruction." Educational Resources Information Center 11 : 151
- Johnson,Roger T, David W. Johnson and Mary Beth Stanne . 1985. " Effects of Cooperative Competitive, and Individualistic Goal Structures on Computer – Assisted Instruction." Journal of Educational Psychology.77 ( March ,December): 668 – 677
- .Lee, Wen-Cheng. 1990. "The Effect of Computer Assisted Instruction and Computer Programming in Elementary and Secondary Mathematics : A Meta - Analysis " Dissertation Abstracts International , September : 775-A.
- Maclean, Robert Frederic. 1974. " A Comparison of Three Method of Presentation Instruction in Introductory Multiplication to Elementary School Children ( Total Computer, Partial Computer and Non-Computer)."Dissertation Abstract International, 35, 3 : 1430 A.
- Modisette, Dobglass Mitchell. 1971. " Effects of Computer Assisted Instruction on Achievement in Remedial Secondary Mathematics Computation". Dissertation Abstracts International. ( June ) : 6312- A.
- Sippl, C.J. 1981. Microcomputer Dictionary . (2d ed.). Howard W. Sams & Company, New York.
- Stolurow, L.W. 1971. "Computer - Aided Instruction". The Encyclopedia of Education. Vol 2. Lee C. Deighton. New York : McMillan & Free Press.
- Wright, P. " 1984. A Study of Computer Assisted Instruction for Remediation in Mathematics on the Secondary Level ". Dissertation Abstracts International . pp. 1063-A.
- Wilson,James W. 1971. " Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics," In Hand book on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. U.S.A.

ภาคผนวก  
แบบประเมิน

แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิต

ประเภทสื่อ            บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)  
เรื่อง                    เวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ  
คำชี้แจง                โปรดกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับ เทคนิคการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (CAI) เรื่องเวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ ในแต่ละรายการว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพของแบบประเมินสื่อด้านการผลิต ตามที่ท่านเห็นสมควร ดังนี้  
ดีมาก    5   คะแนน            ดี            4   คะแนน            ปานกลาง    3   คะแนน  
พอใช้       2   คะแนน            ควรปรับปรุง   1   คะแนน

| รายการประเมิน                                         | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             | หมายเหตุ |
|-------------------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|----------|
|                                                       | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |          |
| 1 เนื้อหาและการนำเสนอ                                 |                  |    |         |       |             |          |
| 1.1 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ               |                  |    |         |       |             |          |
| 1.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน                  |                  |    |         |       |             |          |
| 1.3 ลำดับในการนำเสนอเนื้อหา                           |                  |    |         |       |             |          |
| 1.4 ความน่าสนใจของเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง |                  |    |         |       |             |          |
| 2 ภาพ                                                 |                  |    |         |       |             |          |
| 2.1 คุณภาพของภาพ                                      |                  |    |         |       |             |          |
| 2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย                |                  |    |         |       |             |          |
| 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยายเนื้อหา       |                  |    |         |       |             |          |
| 2.4 ความเหมาะสมของภาพกราฟิกที่ใช้                     |                  |    |         |       |             |          |
| 2.5 ความน่าสนใจของภาพกราฟิกที่ใช้                     |                  |    |         |       |             |          |
| 2.6 ความน่าสนใจของเทคนิคการนำเสนอภาพในบทเรียน         |                  |    |         |       |             |          |
| 2.7 ความเหมาะสมของสีพื้นที่ใช้กับภาพโดยรวม            |                  |    |         |       |             |          |

| รายการประเมิน                                           | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             | หมายเหตุ |
|---------------------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|----------|
|                                                         | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |          |
| 3 ตัวอักษร                                              |                  |    |         |       |             |          |
| 3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ                  |                  |    |         |       |             |          |
| 3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร                               |                  |    |         |       |             |          |
| 3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร                          |                  |    |         |       |             |          |
| 3.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีอักษร                    |                  |    |         |       |             |          |
| 3.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟิก                         |                  |    |         |       |             |          |
| 4 เสียงและภาษา                                          |                  |    |         |       |             |          |
| 4.1 ความเหมาะสมของเสียงนำเข้าสู่บทเรียน                 |                  |    |         |       |             |          |
| 4.2 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายเนื้อหา                    |                  |    |         |       |             |          |
| 5 เวลา                                                  |                  |    |         |       |             |          |
| 5.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหาภาพ      |                  |    |         |       |             |          |
| 5.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหาคำบรรยาย |                  |    |         |       |             |          |
| 5.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง               |                  |    |         |       |             |          |
| 6 ข้อมูลย้อนกลับ                                        |                  |    |         |       |             |          |
| 6.1 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับของแบบฝึกหัดแต่ละข้อ    |                  |    |         |       |             |          |
| 6.2 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับของกิจกรรมในแต่ละหน่วย  |                  |    |         |       |             |          |
| 6.3 ความเหมาะสมของข้อมูลย้อนกลับโดยรวม                  |                  |    |         |       |             |          |
| 7. การจัดการบทเรียน                                     |                  |    |         |       |             |          |
| 7.1 ความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้บทเรียน             |                  |    |         |       |             |          |



ข้อคิดเห็นอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิต

---

1. ผศ. ดร. วิเรืองรอง รัตนวิไลสกุล
2. ผศ.วรรณมา ไชยวิโน
3. อาจารย์อัศวรุตม์ จินดานุรักษ์
4. อาจารย์กัลยา วรรณโกศา
5. อาจารย์เอื้อมฟ้า นาคโค

**แบบประเมินความพึงพอใจการใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

**เรื่อง คอมพิวเตอร์ในปริญญี 3 มิติ**

**ทำชี้แจง** โปรดกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

เรื่อง เวกเตอร์ในปริญญี 3 มิติ

โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องบอกระดับความคิดเห็นตามที่ท่านเห็นสมควร

| รายการประเมิน                                                                                                                                        | ระดับความคิดเห็น |    |             |           |                 | หมายเหตุ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----|-------------|-----------|-----------------|----------|
|                                                                                                                                                      | ดี<br>มาก        | ดี | ปาน<br>กลาง | พอ<br>ใช้ | ควรปรับ<br>ปรุง |          |
| <b>1. ลักษณะทั่วไป</b>                                                                                                                               |                  |    |             |           |                 |          |
| 1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนเข้าศึกษานี้ใช้งานได้ง่ายเพียงใด                                                                                    |                  |    |             |           |                 |          |
| 1.2 การจัดวางหน้าจอและเมนูต่าง ๆ เหมาะสมมากเพียงใด                                                                                                   |                  |    |             |           |                 |          |
| <b>2. ลักษณะบทเรียน</b>                                                                                                                              |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.1 ในการนำเข้าสู่บทเรียนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากเพียงใด                                                                                        |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.2 ท่านเห็นว่าเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มีการเรียงลำดับขั้นตอนง่ายต่อการทำความเข้าใจมากเพียงใด                                                     |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.3 การเรียงลำดับเนื้อหา โดยเริ่มจากเรื่องที่ 1 ถึงเรื่องที่ 5 นั้น เนื้อหามีความสอดคล้องต่อเนื่องกันเพียงใด                                         |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.4 การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอยู่เรื่อย ๆ เป็นระยะ ๆ ทำให้เกิดความไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมากเพียงใด                                                 |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.5 การกระตุ้น ให้ผู้เรียนตอบสนองหลาย ๆ วิธี เช่น การเติมคำตอบ การเลือกคำตอบ ในส่วนในส่วนของแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมากเพียงใด |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.6 เสียบบรรยายในส่วนของแต่ละเรื่อง ช่วยเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้มากเพียงใด                                                                      |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.7 การย้อนกลับของข้อมูลในหน้าจอที่ผ่านมาทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้มากขึ้นเพียงใด                                                            |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.8 บทเรียนคอมพิวเตอร์ชุดนี้น่าสนใจ และน่าติดตามมากเพียงใด                                                                                           |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.9 การสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้บรรยายภาพในการเรียนเพลิดเพลินมากเพียงใด                                                                      |                  |    |             |           |                 |          |

| รายการประเมิน                                                                                                        | ระดับความคิดเห็น |    |             |           |                 | หมายเหตุ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----|-------------|-----------|-----------------|----------|
|                                                                                                                      | ดี<br>มาก        | ดี | ปาน<br>กลาง | พอ<br>ใช้ | ควรปรับ<br>ปรุง |          |
| 2.10 แบบทดสอบในแต่ละเรื่องสามารถวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ได้มากเพียงใด                                         |                  |    |             |           |                 |          |
| 2.11 บทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ให้ความช่วยเหลือท่านทั้งในและนอกเวลาการเรียนการสอนมากเพียงใด                               |                  |    |             |           |                 |          |
| 3. การประเมินคุณค่าของบทเรียน                                                                                        |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.1 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 1 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากมากเพียงใด                |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.2 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 2 แล้ว ท่านมีความเข้าใจในเรื่องการดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์มากเพียงใด |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.3 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาในบทที่ 3 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องผลคูณเชิงสเกลาร์มากเพียงใด                          |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.4 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่ 4 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องผลคูณเชิงเวกเตอร์มากเพียงใด                     |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.5 หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาในบทที่ 5 แล้ว ท่านมีความรู้ในเรื่องบทประยุกต์ของเวกเตอร์มากเพียงใด                     |                  |    |             |           |                 |          |
| 3.7 โดยสรุป ท่านมีความพึงพอใจกับการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มากเพียงใด                                           |                  |    |             |           |                 |          |

ข้อคิดเห็นอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)

## ประวัติผู้วิจัย

### ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ประสงค์

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | กศ.บ. (คณิตศาสตร์-เคมี) มศว.ปทุมวัน ปี 2522                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | คม. (สถิติการศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2526                                                                                                                                                                                                                         |
| ตำแหน่งทางวิชาการ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 8                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ตำแหน่งงาน        | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ                                                                                                                                                           |
| งานวิจัย          | การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน<br>พีชคณิต (ได้รับทุนอุดหนุนจาก สกว.) 2542<br>การศึกษาความต้องการของนักศึกษาต่อกำรบริการทางวิชาการ<br>สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ<br>(ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินผลประโยชน์ประจำปี 2547) |