



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย  
วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด

โดย นางสาวนนุช ศิลป์ประกอบ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม อุดกฤษฎ์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์ วัฒนานรงค์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล หุ่นแก้ว)

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนตาบอด

นางสาวนนุช ศิลป์ประกอบ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี  
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ปีการศึกษา 2549  
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นางสาวนงนุช คิลป์ประกอบ  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ  
มัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด  
สาขาวิชา : เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม อุดกฤษณ์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล หุ่นแก้ว  
อาจารย์ ดร.เบญจพร ลีมธรรมาภรณ์  
ปีการศึกษา : 2549

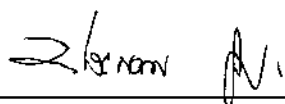
### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลอง จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียน และแบบทดสอบหลังจบบทเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.13/82.45 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามที่สมมติฐานที่ตั้งไว้และพบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 143 หน้า)

คำสำคัญ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, นักเรียนตาบอด



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Miss Nongnuch Silprakob  
Thesis Title : The Development and Efficiency Validation of Multimedia Computer Assisted Instructional on Mathematics for Blind Student  
Major Field : Technical Education Technology  
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok  
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Pranom Utakrit  
Assistant Professor Bhaisai Hoonkeo  
Dr.Benchaphon Limthanmaphon  
Academic Year : 2006

### **Abstract**

The purposes of this experimental research were to evaluate the efficiency of the Computer Assisted Instruction for the blinded-students in Mathematics. To compare the learning success of learners, pre-test and post-test were used. The samples were 28 students in the experimental group who studied in grade 5 at the Bangkok School for the Blind. Results were the scores on tests which were administered during the lessons, and the scores on post-test. The results were statistically analyzed through arithmetic Means ( $\bar{x}$ ), Standard Deviation (S.D.) and t-test.

The results of the research study showed that the efficiencies of the Computer Assisted Instruction were 85.13/82.45 which were higher than the criteria of 80/80 according to the hypotheses. It also revealed that the post-test scores were significantly higher than the pre-test scores at the .05 level.

(Total 143 pages)

Keywords : Development and Efficiency Validation of Multimedia Computer,  
Blind Student

*Pranom Utakrit*

\_\_\_\_\_  
Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม อุตกฤษฏ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล หุ่นแก้ว และ อาจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์ กรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนความคิดต่างๆ และปรับปรุงแก้ไข ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ อันเป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีความรู้ความก้าวหน้าทางการศึกษา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และกรุณาสละเวลา ตรวจสอบและประเมินเนื้อหาและสื่อบทเรียนที่ใช้ในการวิจัยให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพที่ให้ความช่วยเหลือ และให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องที่ผู้วิจัยขอความร่วมมือ และอาจารย์รักศักดิ์ ชัยรัญจวนสกุลที่ช่วยอำนวยความสะดวกทุกอย่างเกี่ยวกับการใช้ห้องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการทดลองสื่อ รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกคน และเพื่อนๆ ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดามารดาผู้อบรมและมอบมรดกทางปัญญาแก่ผู้วิจัย ครู-อาจารย์ ญาติพี่น้องทุกท่านที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกๆ ท่านที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นางนุช ศิลป์ประกอบ

## สารบัญ

|                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย                                         | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                      | ค    |
| กิตติกรรมประกาศ                                         | ง    |
| สารบัญตาราง                                             | ช    |
| สารบัญภาพ                                               | ฅ    |
| บทที่ 1 บทนำ                                            | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                      | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                             | 3    |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย                                 | 3    |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย                                   | 4    |
| 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น                                    | 5    |
| 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย                         | 5    |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย                | 6    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                  | 9    |
| 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น | 10   |
| 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์                | 21   |
| 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์                   | 26   |
| 2.4 สื่อการเรียนการสอน                                  | 42   |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                               | 47   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                              | 51   |
| 3.1 การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย                   | 51   |
| 3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย     | 52   |
| 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย         | 52   |
| 3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล             | 61   |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย          | 62   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                      | 67   |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล                                | 67   |
| 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล                            | 69   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ          | 71   |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย                                      | 71   |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย                                   | 72   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                            | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                                                                             | 73   |
| บรรณานุกรม                                                                                 | 77   |
| ภาคผนวก ก                                                                                  | 83   |
| รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา                                 | 84   |
| รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ                       | 85   |
| หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์                            | 86   |
| หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์                            | 87   |
| แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา                                                      | 88   |
| แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ                                            | 91   |
| แบบประเมินการหาความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ                                                | 94   |
| ภาคผนวก ข                                                                                  | 99   |
| การประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา                                                      | 100  |
| การประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ                                            | 102  |
| การประเมินการหาความเที่ยงตรงของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญ                                       | 104  |
| การวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D)                                 | 106  |
| แสดงการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างบทเรียนแต่ละบทเรียน (E1) ของผู้เรียน                 | 108  |
| ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด | 109  |
| ภาคผนวก ค                                                                                  | 113  |
| แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5                                          | 114  |
| แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน                                                           | 130  |
| เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน                                                       | 134  |
| คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย                                    | 135  |
| ภาคผนวก ง                                                                                  | 137  |
| บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด                 | 138  |
| ประวัติผู้วิจัย                                                                            | 143  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                        | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2-1 แสดงระดับความพิการทางตาที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก                                                          | 12   |
| 3-1 แสดงตารางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย                                            | 62   |
| 4-1 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจากผู้เชี่ยวชาญ                                | 67   |
| 4-2 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย                                               | 68   |
| 4-3 แสดงค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย                        | 68   |
| ข-1 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา                                           | 100  |
| ข-2 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ                                            | 102  |
| ข-3 ผลการประเมินการหาความเที่ยงตรงของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญ                                                      | 104  |
| ข-4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบ                                   | 106  |
| ข-5 แสดงการหาประสิทธิภาพของทดสอบระหว่างบทเรียนแต่ละบทเรียน (E1) ของผู้เรียน                                     | 108  |
| ข-6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด                   | 109  |
| ข-7 แสดงค่าการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด | 110  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า                                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| 2-1    | ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 |
| 3-1    | ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย   |
| 3-2    | ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน      |
| 3-3    | ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ               |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นโยบายการศึกษาของรัฐบาลและกระทรวงศึกษาได้ประกาศให้ปี 2542 เป็นปีการศึกษาเพื่อคนพิการ (คณะอนุกรรมการผลิตสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอนเพื่อคนพิการ, ม.ป.ป.: 2) “คนพิการทุกคนที่อยากเรียนต้องได้เรียน” เพราะการศึกษาเป็นบ่อเกิดแห่งความรู้ ความเข้าใจ ในทฤษฎีความรู้ของวิชาหรือศาสตร์สาขาต่างๆ เป็นเครื่องมือในการปลูกฝังค่านิยม เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและคุณสมบัติอันพึงประสงค์แก่เยาวชน เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ทรัพยากรมนุษย์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาสังคม การเมือง การปกครอง และเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง (ภิรมยา, 2535: 68) และเป็นการเปิดโอกาสทางการศึกษาให้เท่าเทียมกัน และส่งเสริม ให้ผู้ด้อยโอกาสทุกประเภทได้รับโอกาสการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ ให้มีความรู้ความสามารถ ไม่เป็นการกีดกันและสร้างอคติ ตามบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 43 ได้บัญญัติว่า “บุคคลย่อมมีสิทธิเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไม่น้อยกว่าสิบสองปีที่รัฐจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ โดยไม่เก็บค่าเล่าเรียน” นอกจากนี้ รัฐยังให้ความสำคัญในการจัดการศึกษาให้แก่ผู้ที่มีความต้องการพิเศษ ดังมาตรา 55 ได้บัญญัติว่า “บุคคลซึ่งพิการหรือทุพพลภาพมีสิทธิได้รับสิ่งอำนวยความสะดวกอันเป็นสาธารณะ และความช่วยเหลือจากรัฐ ทั้งนี้ตามที่กฎหมายบัญญัติ” มาตรา 50 วรรคสองบัญญัติว่า รัฐต้องสงเคราะห์ คนชรา ผู้ยากไร้ ผู้พิการหรือทุพพลภาพและผู้ด้อยโอกาส ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีและพึ่งตนเองได้ และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 10 วรรคสอง ได้กำหนดให้ “การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความบกพร่องทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สังคม การสื่อสารและการเรียนรู้ หรือมีร่างกายพิการหรือทุพพลภาพ หรือบุคคลซึ่งไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้หรือไม่มีผู้ดูแล หรือด้อยโอกาสต้องจัดให้บุคคลดังกล่าวมีสิทธิและโอกาสได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นพิเศษ” นั้นหมายถึง คนพิการทุกประเภทมีสิทธิและโอกาสได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นพิเศษโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและได้รับความช่วยเหลือทางด้านการศึกษ ด้วย รัฐได้กำหนดแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2520 ของระบบการศึกษาไว้ในหมวด 3 ข้อ 38 ว่า “การศึกษาพิเศษเป็นการศึกษาพิเศษที่จัดให้แก่บุคคลที่มีลักษณะพิเศษหรือผิดปกติทางร่างกาย สติปัญญาหรือจิตใจ” อาจจัดเป็นสถานศึกษาเฉพาะหรือจัดในโรงเรียนธรรมดาก็ได้ตามความเหมาะสมและในภายในปี พ.ศ.2495 กระทรวงศึกษาธิการได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในการ จัดการศึกษาสำหรับคนพิการหรือเรียกว่า การศึกษาพิเศษ (Special Education) และมีการใช้ กฎหมายเป็นกลไกในการจัดการศึกษา เพื่อเปิดโอกาสให้คนพิการมีสิทธิทางเลือกและโอกาส

ที่จะเข้าศึกษาได้ทุกประเภทและทุกระดับการศึกษา แต่ก็ยังไม่สามารถสนองความต้องการของ  
คนพิการได้หรือจัดได้ไม่ทั่วถึงโดยเฉพาะการจัดการศึกษาพิเศษสำหรับนักเรียนตาบอด (วารี,  
2537: 29)

จากข้อมูลการสำรวจ ของสำนักงานสถิติแห่งชาติในปี พ.ศ. 2545 พบว่า มีจำนวน  
ประชากรที่มีความบกพร่องทางการเห็นทั้งหมดประมาณ 411,800 คน คิดเป็นร้อยละ 66 ของ  
ประชากรทั้งหมด และมีเด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็นประมาณ 6,200 คน (สำนักงานสถิติ  
แห่งชาติ, 2545: 143)

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2521  
(ฉบับปรับปรุง 2533) เป็นหลักสูตรเช่นเดียวกับหลักสูตรของนักเรียนสายตาปกติ แต่ต้อง  
มีการปรับให้เหมาะสมกับสภาพของความพิการ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด  
สื่อ อุปกรณ์ ขั้นตอนการสอน ต้องมีการดัดแปลงเพื่อให้สามารถสัมผัสได้ในการเรียนรู้ โดยใช้  
ประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ฝึกฝนประสบการณ์ในการเรียนรู้ เพราะการสัมผัสเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง  
สำหรับนักเรียนตาบอด ในด้านจิตวิทยาความพิการทางสายตาไม่มีผลต่อระดับสติปัญญาเลย  
ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่จัดทำเป็นอักษรเบรลล์ของ Hayes พบว่า  
ผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ของนักเรียนตาบอดไม่แตกต่างจากนักเรียนสายตาปกติ (เพชรรัตน์,  
2530: 26) แต่ผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนตาบอดต่ำกว่านักเรียนสายตาปกติ  
เพราะวิชานี้ต้องใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอักษรเบรลล์มากเป็นพิเศษ จึงมีผลต่อ  
ผลการเรียน (พวงทอง, 2528: 37)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็นต้องเรียน เป็นวิชาบังคับในกลุ่มทักษะการเรียนรู้และ  
เป็นวิชาหนึ่งในการพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สุขุม รอบคอบ  
มีไหวพริบ คิดเป็นทำเป็น ฝึกให้คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่าง  
มีประสิทธิภาพ โดยผู้ที่มีทักษะคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา  
ชีวิตประจำวันสูง คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งทางตรง  
และทางอ้อม การสอนในระดับประถมศึกษาต้องเป็นการสอนที่ถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐาน  
ที่จะนำไปใช้ในการเรียนระดับสูง เมื่อได้รับความเข้าใจ มีพื้นฐานดี การคิดคำนวณถูกต้อง  
ย่อมทำให้เด็กเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แต่มีผู้เรียนจำนวนมาก  
ไม่ชอบคณิตศาสตร์ คิดว่าเป็นวิชาที่ยาก และเป็นวิชาที่ต้องทำแบบฝึกหัดมาก จึงมีความรู้สึกกลัว  
ท้อแท้ ขาดความมั่นใจในการเรียน สำหรับนักเรียนตาบอดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น  
ไม่มีความแตกต่างกันนักเรียนสายตาปกติ ถ้ามีการจัดหา จัดสร้างอุปกรณ์การสอนที่มี  
ความเหมาะสมสำหรับนักเรียนตาบอด

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
(Computer Assisted Instruction หรือเรียกย่อๆ CAI) จัดว่าเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มี  
ศักยภาพสูงในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้เป็นรายบุคคล

(Individualize) ได้ดี เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาเรื่องราว การทบทวน การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ และมีการวัดผลการเรียน มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ สามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเองเพื่อเพิ่มเติมความรู้ได้ ในกรณีเรียนไม่ทันเพื่อน และสามารถเรียนซ้ำได้อีกด้วย ยังสามารถเป็นสื่อการสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้อีกด้วย ส่วนการประเมินผลการเรียนมีความเที่ยงตรงมาก และสิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบต่างๆ ที่ทำให้เกิดแรงจูงใจ มีความรู้สึก ตื่นเต้น เร้าใจ กระตุ้นผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ เรียนอย่างสนุกและมีความสุขจนลืม ความเบื่อหน่าย (กิดานันท์, 2531: 157) แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ส่วนมากออกแบบมาเหมาะสมกับนักเรียนสายคาบปกติ ทำให้นักเรียนคาบอดไม่สามารถใช้ บทเรียนดังกล่าวได้ เป็นการจำกัดช่องทางในการเรียนรู้ของนักเรียนคาบอดมาก ดังคำกล่าวที่ว่า “ปิดตาของคุณแล้วให้ใครสักคนอ่านให้” แสดงถึงความยากลำบากของนักเรียนคาบอดในการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะส่วนใหญ่ไม่มีการบรรยายทุกข้อความที่อยู่ในบทเรียน

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและตั้งใจทำวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนคาบอด ตามหลักสูตร ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการขึ้น เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มี กฎเกณฑ์ตายตัวแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ทั้งเป็นวิชาที่ยากที่สุด โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ มีการใช้เสียงบรรยายประกอบเนื้อหาตลอดทั้งบทเรียน ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบบทเรียนในการเรียนรู้ ฝึกทักษะ และเรียนเนื้อหาซ้ำได้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียนคาบอด ทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ในการเรียนดียิ่งขึ้น และยังมีความสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540-2544) เรื่องการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนคาบอดชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพมากกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด 80/80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากหลักสูตรประถมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2521 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 1.4.1.1 เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน (สิ่งของหนึ่งสิ่ง)
- 1.4.1.2 เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน (สิ่งของหนึ่งกลุ่ม)
- 1.4.1.3 การทำเศษส่วนให้มีค่าตามที่กำหนดให้
- 1.4.1.4 การเปรียบเทียบเศษส่วน
- 1.4.1.5 เศษส่วนอย่างต่ำ
- 1.4.1.6 จำนวนนับที่มีค่าเท่ากับเศษส่วน
- 1.4.1.7 เศษส่วนแท้และเศษเกิน
- 1.4.1.8 จำนวนคละ

ใช้เวลาเรียนจริง 42 คาบ โดย 3 คาบ เท่ากับ 1 ชั่วโมง

1.4.2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

1.4.3 กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2548 จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ 3 ห้องเรียน รวมจำนวน 28 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.4.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.4.5 ระยะเวลา ใช้ในการทดลองในช่วงวัน-เวลาเรียน ตามตารางสอนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการเรียนของกลุ่มทดลองด้วยตนเอง

1.4.6 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้ สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Macromedia Authorware 6.5

## 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง เพศ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์ของผู้เรียน ระยะเวลา และสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน

1.5.2 นักเรียนทุกคนตั้งใจทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ ผลของคะแนนจึงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้ถึงผลการเรียนรู้ที่แท้จริงของกลุ่มทดลองได้

1.5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง ผู้เรียน 1 คน กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

1.5.4 นักเรียนมีลูกคิดประกอบการเรียน 1-2 รางวัล ต่อคน

1.5.5 เนื้อหาของบทเรียน ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการ

## 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนตาบอด หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ นักเรียนตาบอดสามารถ เรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เสียง ต้องมีเสียงบรรยายตลอดทั้งบทเรียนและการบรรยายต้องพูดช้า ออกเสียงถูกต้อง ชัดเจน มีจังหวะในการอ่าน อ่านคำให้จบประโยค เพื่อให้ผู้เรียนจินตนาการตามได้อย่างถูกต้อง ขนาดของตัวอักษรต้องมีความเหมาะสมรวมถึงสีของตัวอักษรต้องเป็นสีที่ตัดกับพื้นหลัง และรูปภาพ เป็นภาพที่ไม่มีความซับซ้อน ไม่ใหญ่เกินไป เพื่อให้ นักเรียนเก็บรายละเอียดของภาพได้ครบ เป็นการส่งเสริมนักเรียนตาบอดในการเรียนรู้

1.6.2 นักเรียนตาบอด หมายถึง นักเรียนที่สูญเสียการมองเห็นมากจนไม่สามารถใช้สายตา ในการเรียนการสอนหรือทำกิจกรรมได้อย่างนักเรียนสายตปกติ ต้องใช้ประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ แทนการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

1.6.3 นักเรียนตาบอดบางส่วน หรือ สายตาเลือนราง หมายถึง นักเรียนที่สามารถมองเห็นได้บ้างแต่ไม่เท่ากับนักเรียนสายตปกติ นักเรียนเหล่านี้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น แว่นขยายเพื่อขยายตัวอักษรตัวพิมพ์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดีย

1.6.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของ บทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ถึงระดับเกณฑ์ ที่คาดหวังไว้

1.6.6 มาตรฐาน 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยรวมของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน แต่ละบทเรียน เรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า 80% ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบระหว่างเรียน เป็นค่า E1 หรือ 80 ตัวแรก

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยรวมของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน จบทุกบทเรียน ได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า 80% ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบ เป็นค่า E2 หรือ 80 ตัวหลัง

1.6.7 แบบทดสอบก่อนเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

1.6.8 แบบทดสอบระหว่างเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

1.6.9 แบบทดสอบหลังเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน หลังจากเรียนจบทุกบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

1.6.10 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ซึ่งแบ่งเป็นออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบ่งผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 2 กลุ่ม

1.6.10.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ประสบการณ์ทางด้านเนื้อหา และเทคนิคการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตามระดับชั้นประถมศึกษา

1.6.10.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ มีประสบการณ์ทางด้านการผลิตสื่อ และความเข้าใจหลักในการผลิตสื่อสำหรับนักเรียนตามระดับชั้นประถมศึกษา

1.6.11 ลูกคิด หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนตามระดับชั้นประถมศึกษาสามารถเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ เพราะเปรียบเสมือนกระดาษทดเลขช่วยให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้นในการคำนวณ

## 1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.7.1 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตามระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพและใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.7.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีเนื้อหาครอบคลุมครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.7.3 ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตามระดับชั้นประถมศึกษา

1.7.4 ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้ มาศึกษาค้นคว้า และทบทวนบทเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง

1.7.5 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนประเภทบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนตาบอดในเนื้อหาวิชาอื่นๆ ต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยได้แบ่งตามลำดับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น

- 2.1.1 ความหมายของการศึกษาพิเศษ
- 2.1.2 ความบกพร่องทางการเห็น
- 2.1.3 หลักการจัดการศึกษาพิเศษ
- 2.1.4 การจัดการเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด
- 2.1.5 ลักษณะทางจิตวิทยาและพฤติกรรมของการรับรู้ของคนตาบอด

#### 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์

- 2.2.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
- 2.2.2 ทฤษฎีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา
- 2.2.3 เทคนิคการสอนนักเรียนตาบอด
- 2.2.4 การประเมินผลการเรียนหลักสูตรการศึกษา
- 2.2.5 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
- 2.2.6 แผนผังมโนทัศน์คณิตศาสตร์
- 2.2.7 คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

#### 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

- 2.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3.2 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย
- 2.3.3 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
- 2.3.4 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2.4 สื่อการเรียนการสอน

- 2.4.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน
- 2.4.2 ความสำคัญและบทบาทของสื่อการเรียนการสอน
- 2.4.3 ลักษณะของสื่อที่ดีสำหรับคนตาบอด
- 2.4.4 อุปกรณ์และเทคโนโลยี การเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด

#### 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น

### 2.1.1 ความหมายของการศึกษาพิเศษ

การจัดการศึกษาให้แก่เด็กที่มีความเจริญเติบโตทางด้านร่างกายและการพัฒนาต่างๆ ที่แตกต่างไปจากเด็กปกติ เราเรียกเด็กกลุ่มนี้ว่า เด็กพิเศษ หรือ เด็กที่มีความต้องการพิเศษ เป็นการจัดการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่ง เรียกว่า การศึกษาพิเศษ (Special Educational) ซึ่งมีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการศึกษาพิเศษ ดังนี้

Hallahan and Kauffman (1986: 6) กล่าวว่า การศึกษาพิเศษ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีพิเศษให้กับเด็กพิเศษแต่ละคนตามความต้องการ ซึ่งต้องอาศัยวัสดุอุปกรณ์พิเศษ เทคนิควิธีพิเศษหรือสิ่งอำนวยความสะดวกพิเศษอื่นๆ เช่น การสอนเด็กที่มีความบกพร่องด้านการมองเห็นด้วยการพิมพ์หรือเขียนหนังสือตัวโตหรืออักษรเบรลล์ การสอนเด็กที่มีความบกพร่องในการได้ยินด้วยเครื่องช่วยฟังหรือภาษามือ เป็นต้น

Good (1973: 381) ให้นิยามของการศึกษาพิเศษว่า การศึกษาพิเศษ คือ การศึกษาของนักเรียนที่แตกต่างจากกลุ่มนักเรียนทั่วไปทางด้านร่างกาย ด้านปัญญา หรือด้านสังคม จนต้องมีการปรับเปลี่ยนเนื้อหาหลักสูตร วิธีการเรียน วิธีการสอน และอัตราความคาดหวัง ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการจำเป็นทางการศึกษาของนักเรียนดังกล่าวอย่างเหมาะสม

หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา (2523: 3) ให้ความหมายว่า การศึกษาพิเศษ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Special Educational ได้แก่ การศึกษาและบริการพิเศษ ซึ่งรัฐหรือหน่วยงานเอกชนจัดขึ้น หรือร่วมมือกันจัดให้แก่เด็กนักเรียนที่มีความต้องการที่จำเป็นด้านการศึกษาพิเศษ เพราะไม่สามารถได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากการจัดการศึกษาตามปกติได้

กองการศึกษาพิเศษ (2523: 1) ได้ให้ความหมายการศึกษาพิเศษว่า เป็นการจัดการศึกษาให้แก่เด็กพิเศษ หรือมีสภาพผิดปกติทางกายหรือสติปัญญาแตกต่างจากเด็กปกติจน ไม่สามารถเรียนในโรงเรียนปกติได้

ผดุง (2523: 4) ได้ให้คำจำกัดความว่าการศึกษาพิเศษ หมายถึงการจัดการศึกษาให้แก่ผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกาย สมอง หรือ จิตใจ อันได้แก่ คนตาบอด คนหูหนวก คนพิการทางร่างกายและสุขภาพ คนปัญญาอ่อน รวมไปถึงการแก้ไขบำบัดผู้มีปัญหาทางอารมณ์ (The Emotionally Disturbed) ผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูด (The Speech Impaired) ผู้ที่มีปัญหาทางการปรับตัว (The Socially Maladjusted) และส่งเสริมผู้มีปัญญาเลิศ (The Gifted) ให้พัฒนาอย่างเต็มความสามารถ

วารี (2537: 1) การศึกษาพิเศษ หมายถึง การศึกษาทั้งด้านการจัดการเรียนการสอนและบริการที่จัดให้แก่เด็กพิเศษที่มีความบกพร่องด้านต่างๆ ได้แก่ เด็กปัญญาอ่อน เด็กพิการทางกาย และสุขภาพ เด็กพิการทางตา ทางหู เด็กที่มีปัญหาทางอารมณ์และสังคม และเด็กที่ปัญหาทางการพูดรวมทั้งเด็กปัญญาเลิศให้ได้รับความรู้เพิ่มในส่วนที่ขาดไปตัดทอนความรู้ที่ไม่จำเป็น

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การศึกษาพิเศษ หมายถึง การจัดการศึกษาให้แก่เด็กที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกายและหรือสติปัญญา โดยการจัดการศึกษาสำหรับเด็กพิเศษต้องมีการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนทั้งหลักสูตร เทคนิค วิธีการสอน สื่อและอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพความพิการ

## 2.1.2 ความบกพร่องทางการเห็น

### 2.1.2.1 ความหมายของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น

โดยทั่วไปแล้วคนมักจะเข้าใจว่าคนตาบอดหรือผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น คือ คนที่ไม่สามารถมองเห็นอะไรเลยหรือคนที่ไม่หลงเหลือการมองเห็นอยู่เลย ซึ่งความเป็นจริงแล้วคำว่า คนตาบอดหรือผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นนี้ รวมถึงคนที่ยังหลงเหลือการมองเห็นอยู่บ้างจนถึงผู้ที่มองไม่เห็นอะไรเลย จากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นได้มีการให้คำจำกัดความหรือความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ตาบอด (Blindness) ตามมูลนิธิรอสส์แห่งเอ็ดินเบิร์ก สก็อตแลนด์ (Ross Foundation Edinburgh Scotland) คือ บุคคลที่ไม่สามารถใช้สายตาในการทำงานใดๆ ถือว่า “ตาบอด” (สำนักงานคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ, 2534: 1)

สุวิมล (2538: 11) ได้ให้ความหมายทางการศึกษาว่า คนตาบอด หมายถึง บุคคลที่มีสายตาพิการไม่สามารถรับการศึกษาโดยใช้การเห็นหรือใช้สายตาได้ตามปกติ แต่สามารถศึกษาเล่าเรียนได้โดยใช้วิธีการพิเศษต่างจากคนปกติซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตาบอด หมายถึง บุคคลที่สูญเสียการเห็นมากจนไม่สามารถจะอ่านเขียนหนังสือธรรมดาได้ ต้องสอนให้อ่านและเขียนอักษรเบรลล์ การฟังเทป หรือใช้เครื่องบันทึกเสียงต่างๆ และมีการเห็นของตาข้างที่ดีหลังจากได้รับการแก้ไขแล้ว อยู่ระหว่าง 20/200 ฟุต ลานสายตาจะแคบกว่า 20 องศา

2. คนตาบอดบางส่วน หรือเห็นเลือนราง หมายถึง บุคคลที่สูญเสียการเห็นแต่ยังสามารถอ่านอักษรตัวพิมพ์ที่มีขนาดใหญ่ได้ หรือต้องใช้แว่นขยาย หรืออุปกรณ์พิเศษบางอย่างที่ทำให้ความชัดเจนของการเห็นในตาข้างที่ดี เมื่อแก้ไขแล้วอยู่ในระดับ 6/18 เมตร (หรือ 20/60 ฟุต) ถึง 6/60 (หรือ 20/200 ฟุต) มีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา

แฉล้ม (2522: 1-2) ได้ให้ความหมายทางกฎหมาย คนตาบอด หมายถึง บุคคลที่มีความสามารถในการมองเห็นหรือมีสายตาข้างดีที่แก้ไขด้วยแว่นตา หรืออุปกรณ์อื่นๆ แล้วมีความสามารถในการมองเห็นในระยะ 20/200 หรือน้อยกว่านั้น หรือบุคคลที่มีลานสายตาแคบกว่า หรือมีมุมการมองเห็นน้อยกว่า 20 องศา (คนปกติมีลานสายตาหรือมุมการมองเห็น 180 องศา)

สกวรัตน์ (2541: 1) กล่าวว่า สภาพตาบอดเป็นการบกพร่องของการเห็นจนไม่สามารถใช้สายตาประกอบภารกิจประจำวัน การศึกษา การประกอบอาชีพ เช่นเดียวกับคนสายตามองเห็นปกติทั่วไป

ซูซีฟ (2527: 111) ได้ให้ความหมายทางการศึกษาว่าคนตาบอด หมายถึง คนที่มีปัญหาทางการมองเห็นอย่างหนักและไม่สามารถมองเห็นได้เลย ต้องสอนให้อ่านอักษรเบรลล์เท่านั้นจึงจะสามารถอ่านได้

#### 2.1.2.2 ระดับความพิการทางตา

ก) เพื่อให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ อย่างเหมาะสม เช่น ด้านการแพทย์ การสังคมสงเคราะห์ การศึกษา การพิจารณาจ่ายค่าตอบแทนตามกฎหมายแรงงาน การสงวนอาชีพ ตลอดจนสวัสดิการอื่นๆ

ข) เพื่อประโยชน์ด้านวิชาการ เช่น การศึกษา การค้นคว้าวิจัย การทำสถิติ ตลอดจนความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างประเทศ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization เรียกอย่างย่อว่า WHO) ได้แบ่งความพิการทางตาออกเป็นระดับต่างๆ

ตารางที่ 2-1 แสดงระดับความพิการทางตาที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก

| ระดับความพิการทางตา        |         | ระดับความชัดเจนของสายตาที่ดีที่สุดเมื่อใช้แว่นตาธรรมดา | ความหมาย                                                                                     |
|----------------------------|---------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| สายตาเลือนราง (Low Vision) | ระดับ 1 | 6/8 หรือ 20/70                                         | คนปกติมองเห็นวัตถุในระยะ 8 เมตร หรือ 70 ฟุต แต่คนตาบอดมองเห็นได้ในระยะ 6 เมตร หรือ 20 ฟุต    |
|                            | ระดับ 2 | 6/60 หรือ 20/200                                       | คนปกติมองเห็นวัตถุในระยะ 60 เมตร หรือ 200 ฟุต แต่คนตาบอดมองเห็นได้ในระยะ 6 เมตร หรือ 20 ฟุต  |
| สภาพตาบอด (Blindness)      | ระดับ 3 | 30/60 หรือ 20/400                                      | คนปกติมองเห็นวัตถุในระยะ 60 เมตร หรือ 400 ฟุต แต่คนตาบอดมองเห็นได้ในระยะ 30 เมตร หรือ 20 ฟุต |
|                            | ระดับ 4 | 1/60 หรือ 5/300                                        | คนปกติมองเห็นวัตถุในระยะ 1 เมตร หรือ 5 ฟุต แต่คนตาบอดมองเห็นได้ในระยะ 60 เมตร หรือ 300 ฟุต   |
|                            | ระดับ 5 | ไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง                                  |                                                                                              |

ดังนั้น คนตาบอด (Blind) หมายถึง คนที่มีสายตาเหลืออยู่น้อยมากหรือไม่มีเลยแม้จะได้รับการแก้ไขแล้วก็ไม่สามารถที่จะใช้สายตาในการเรียนหนังสือได้ เป็นผู้ที่มียาตาภายหลังการแก้ไขไม่มากกว่า 20/200 ฟุต หรือ 6/60 เมตร ดวงตาข้างที่ดีกว่า หรือมุมในการมองเห็นไม่เกิน 20 องศา

คนตาบอดบางส่วนหรือคนสายตาเลือนราง (Partially Sighted หรือ Partially Blind) หมายถึง บุคคลที่มีสายตาบกพร่องแต่ไม่ใช่คนตาบอดสนิท สามารถมองเห็นได้บ้าง ภายหลัง

ได้รับการแก้ไขแล้ว (สวมแว่นตาหรือแว่นขยาย) จึงสามารถใช้สายตาในการเรียนหนังสือได้บ้าง มีสายตา 20/70 ฟุตหรือน้อยกว่าในสายตาข้างที่ดี กล่าวคือ สามารถมองเห็นวัตถุหรือสิ่งของในระยะไม่เกิน 70 ฟุต (สำนักงานคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534: 13-18)

### 2.1.2.3 สาเหตุของการมองไม่เห็นหรือตาบอด

สาเหตุที่ทำให้ตาบอดตั้งแต่กำเนิดหรือภายหลังพอสรุปได้ดังนี้

1. ตาบอดแต่กำเนิดอันเนื่องมาจากการม้วนพัน
2. ติดเชื้อในระยะก่อนคลอด (ในระหว่างตั้งครรภ์ เช่น ซิฟิลิส)
3. บาดเจ็บในสมองในระยะก่อนคลอด
4. คลอดก่อนกำหนดต้องให้ออกซิเจนช่วยแต่ให้มากเกินไป
5. ลูกตาผิดปกติหรือไม่มีลูกตาแต่กำเนิดมาแต่กำเนิดค่อยๆ แคบลงจนไม่สามารถรับภาพได้
6. โรคระบาด เช่น หัดเยอรมัน โรคตาแดง
7. โรคเกี่ยวกับตา เช่น ต้อหิน ต้อกระจก ริดสีดวงตา เนื้องอก เลือดออกในดวงตา
8. โรคที่อักเสบภายในลูกตา
9. อุบัติเหตุต่างๆ รวมถึงยาพิษและน้ำกรด
10. ความบกพร่องในโรงงานอุตสาหกรรม สถานที่ทำงานบางประเภท

### 2.1.3 หลักการจัดการศึกษาพิเศษ

การศึกษาพิเศษเป็นการศึกษาที่จัดให้แก่เด็กที่มีความพิการประเภทต่างๆ ที่ไม่สามารถเข้าเรียนในโรงเรียนปกติได้ (กองการศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2523: 8) รัฐบาลไทยได้ดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องนี้เป็นครั้งแรกตั้งแต่ พ.ศ. 2495 เป็นต้นมา

#### 2.1.3.1 จุดมุ่งหมายของการศึกษาพิเศษ

- ก) เพื่อจัดให้การศึกษาตามสิทธิของมนุษยชนตามควรแก่สภาพ
- ข) เพื่อส่งเสริมและเสริมสร้างให้มีความรู้ความสามารถพอที่จะประกอบอาชีพได้เพื่อมิให้เป็นภาระแก่ครอบครัวและสังคม
- ค) เพื่อให้มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และดำรงชีวิตในสังคมปกติได้
- ง) เพื่อให้มีความรับผิดชอบในฐานะเป็นพลเมืองของประเทศชาติได้

2.1.3.2 ประเภทของการศึกษาพิเศษ ที่จัดขึ้นในประเทศไทยมี 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- ก) การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความพิการทางกาย ได้แก่ ตาบอด หูหนวก เป็นไม้ ติดอ่างหรือพูดไม่ชัด อวัยวะพิการ หรือเจ็บป่วยเรื้อรัง เป็นต้น
- ข) การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความผิดปกติทางสังคม ได้แก่ เด็กที่มีความประพฤติไม่เหมาะสม เกเรอันธพาล ตลอดจนเด็กที่ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสังคมได้

ค) การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความผิดปกติทางอารมณ์ ได้แก่ เด็กที่ไม่สามารถควบคุมอารมณ์ได้ มีอารมณ์รุนแรงเกินปกติ

ง) การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความผิดปกติทางสมอง ได้แก่

1. การจัดการศึกษาสำหรับเด็กเก้ง
2. การจัดการศึกษาสำหรับเด็กเรียนช้า
3. การจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาอ่อน

นักการศึกษาพิเศษชื่อ Gearheart and Weishaha (1980: 33) เน้นถึงสิทธิที่เด็กพิเศษทุกคนควรจะได้รับการศึกษาอย่างพอเพียงเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของตนถึงขั้นสูงสุด การศึกษาพิเศษจะต้องเน้นถึงความสามารถและศักยภาพของเด็กพิเศษ โดยไม่เน้นดอกย่ำความพิการของเขา แต่ในเวลาเดียวกันการศึกษาพิเศษจะต้องปรับเปลี่ยนความต้องการและความจำเป็นของเด็กด้วย ซึ่งหมายความว่า นักการศึกษาจะต้องไม่มองข้ามความพิการของเด็กเหล่านั้น

#### 2.1.3.3 หลักการจัดการศึกษาพิเศษที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

- ก) ควรจัดบริการพิเศษตั้งแต่ค้นพบว่า เด็กนั้นเป็นเด็กพิเศษ
- ข) การจัดการศึกษาพิเศษ ควรจัดขึ้นเพื่อสนองความต้องการของเด็กพิเศษ แต่ละประเภทและควรเป็นไปในลักษณะของการศึกษารายบุคคล (Individualization)
- ค) การจัดบริการสำหรับเด็กพิเศษ ต้องครอบคลุมตั้งแต่เด็กก่อนวัยเรียนจนถึงระดับมัธยมศึกษา

ง) การจัดการศึกษาพิเศษในสภาพแวดล้อมที่จำกัดน้อยตามความเหมาะสม ย่อมเป็นการช่วยเหลือสนับสนุนเด็กพิเศษได้อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย การจัดการศึกษาดังกล่าวจะต้องประสานความสามารถของครูปกติและครูการศึกษาพิเศษอย่างมีประสิทธิภาพ

จ) การศึกษาพิเศษควรมุ่งให้เด็กมีความเป็นตัวของตัวเอง ยอมรับตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีการควบคุมตนเอง และช่วยเหลือตนเองได้เพื่อจะได้ไม่เป็นภาระของครอบครัวและสังคม มุ่งให้เด็กมีความรับผิดชอบต่องานตนเองและผู้อื่น

#### 2.1.4 การจัดการเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด

##### 2.1.4.1 ความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับคนตาบอด

ในปี พ.ศ.2482 ได้มีสตรีตาบอดชาวอเมริกันชื่อ Genevieve Caulfield ได้จัดตั้งโรงเรียนคนตาบอดขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทย และถือว่าเป็นโรงเรียนสอนคนพิการแห่งแรกในประเทศไทย โดยอาศัยบ้านบริเวณศาลาแดง ต่อมาภายหลังจอมพล ป. พิบูลสงคราม ซึ่งเป็นนายกรัฐมนตรีในขณะนั้น ได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาของคนตาบอด จึงอนุญาตให้ใช้ที่ดินราชพัสดุบริเวณสี่แยกตึกชัยเป็นโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพจนถึงปัจจุบัน ในการสอนช่วงแรกนั้นมีความลำบากมาก เพราะอยู่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และความเข้าใจของคนไทยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแก่คนตาบอดนั้นยังไม่เป็นที่รู้จัก

สภาพการศึกษาในปัจจุบันทำให้คนตาบอดได้รับโอกาสในการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ทั้งในระดับประถมและมัธยมศึกษา โดยแบ่งการเรียนการสอนเป็น 2 ระบบ คือ ระบบโรงเรียนประจำ และระบบเรียนร่วมในโรงเรียนปกติ สำหรับในระดับอุดมศึกษานั้นจัดการเรียนการสอนด้วยระบบเรียนร่วมในโรงเรียนเพียงอย่างเดียว

หน่วยงานและโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กนักเรียนตาบอด โดยเฉพาะซึ่งรวบรวมไว้ในคู่มืออาสาสมัครร่วมพัฒนาคุณภาพชีวิตคนตาบอดมีดังนี้

1. โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคใต้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี สังกัดกองการศึกษาเพื่อคนพิการ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2. โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดกองการศึกษาเพื่อคนพิการ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
3. โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ สังกัดมูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
4. โรงเรียนสอนคนตาบอดพระมหาไถ่พัทยา สังกัดมูลนิธิคณะสงฆ์พระมหาไถ่แห่งประเทศไทย
5. ศูนย์การศึกษาพิเศษสถาบันราชภัฏสวนดุสิต กระทรวงศึกษาธิการ
6. โรงเรียนอุปถัมภ์บุญกุลจังหวัดอุบลราชธานี สังกัดกองการศึกษาเพื่อคนพิการ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
7. ศูนย์การศึกษาพิเศษสถาบันราชภัฏสวนดุสิต กระทรวงศึกษาธิการ
8. ศูนย์การศึกษาคนตาบอดนครราชสีมา สังกัดมูลนิธิธรรมมิกชนเพื่อคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
9. ศูนย์การศึกษาคนตาบอดจังหวัดขอนแก่น สังกัดมูลนิธิธรรมมิกชนเพื่อคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
10. ศูนย์การศึกษาและฟื้นฟูสมรรถภาพคนตาบอด จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดมูลนิธิธรรมมิกชนเพื่อคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
11. บ้านเด็กตาบอดข้าชอนรามอินทรา กรุงเทพมหานคร สังกัดมูลนิธิธรรมมิกชนเพื่อคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ในหลักปรัชญาการศึกษานั้น เด็กไทยทุกคนต้องได้รับการศึกษาอย่างน้อยขั้นพื้นฐานที่รัฐจัดให้ในฐานะที่เป็นพลเมืองของประเทศคนหนึ่ง รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยปี 2540 ได้ระบุถึงสิทธิที่จะได้รับการศึกษาของเด็กพิการไว้ในมาตราที่เกี่ยวข้องถึง คือ มาตรา 43 บุคคลย่อมมีสิทธิเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่า 12 ปี ที่รัฐจะต้องจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพโดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย เด็กตาบอดก็ควรได้รับสิทธิเช่นเดียวกับเด็กปกติทั่วไปในเรื่องของโอกาสทางการศึกษาด้วย แต่ในปัจจุบันเด็กตาบอดยังขาดโอกาสทางการศึกษาอยู่เนื่องจากหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการศึกษายังขาดความเข้าใจ ขาดการยอมรับ และ

เปิดโอกาสให้เด็กตาบอดได้เข้าไปศึกษาเล่าเรียนเหมือนเด็กทั่วไปน้อยมากเมื่อเทียบกับโรงเรียนที่มีอยู่จำนวนมากทั่วประเทศ ถึงแม้ว่ากระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศให้ปีการศึกษา 2542 ให้เป็นปีการศึกษาเพื่อคนพิการ โดยรณรงค์ให้เด็กพิการทุกคนได้เรียนหนังสือตามคำขวัญที่ว่า “คนพิการที่อยากเรียนต้องได้เรียน” ก็ตาม แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เพราะบุคลากรทางด้านการศึกษายังขาดทักษะที่จะสอนเด็กนักเรียนตาบอด

#### 2.1.4.2 การจัดการเรียนรู้สำหรับคนตาบอด

การเรียนรู้ของคนตาบอดนั้นสามารถรับรู้หรือเรียนรู้สิ่งต่างๆ โดยอาศัยประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ (Remaining Senses) และต้องฝึกใช้ตั้งแต่วัยเด็กเล็กๆ มันเป็นสิ่งสำคัญมาก ต้องมีการฝึกฝนประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่นี้ให้ได้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อเด็กได้มีความชำนาญในการใช้ประสาทสัมผัสก่อให้เกิดประโยชน์ให้ได้มากที่สุด

การใช้ประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ของคนตาบอดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังนี้

1. การใช้สายตางานส่วนที่เหลืออยู่
2. การฟังเสียง
3. การสัมผัส
4. การดมกลิ่นและการลิ้มรส

สายตางานส่วนที่ยังเหลือนั้น ผู้ปกครองมักมีความเชื่อที่ไม่ถูกต้องว่า ถ้าพยายามใช้สายตามากๆ สายตาจะเสื่อมเร็วและกลายเป็นตาบอดสนิทไปในที่สุด ความจริงสายตาของคนเราจะบอดเร็วหรือช้าไม่ได้อยู่ที่การใช้งาน แต่ขึ้นอยู่กับสภาพของดวงตา ดังนั้น คนที่มีสายตาเลือนราง คือ ตราบใดที่ยังคงมีสายตาเหลืออยู่ต้องพยายามใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุด

ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่คนตาบอดดูเหมือนจะยุ่งยาก แต่แท้จริงแล้วคนตาบอดสามารถเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เช่นเดียวกับบุคคลทั่วไป เพียงแค่ปรับเปลี่ยนวิธีสอนหรือวิธีจัดการเรียนรู้และใช้สื่อให้เหมาะสมกับสภาพความพิการเท่านั้น ไม่ควรแตกต่างไปจากการศึกษาของเด็กที่มีสายตาปกติ ทั้งนี้เพราะคนตาบอดส่วนมากมีความสามารถทางสมองสติปัญญา เช่นเดียวกับบุคคลทั่วไป การจัดการเรียนการสอนคนตาบอด อาจแยกได้ 2 ประเภท คือ นักเรียนที่ตาบอดและนักเรียนที่มีสายตาเลือนราง

1. การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตาบอด อาจจะมีการแตกต่างจากการสอนนักเรียนที่มีสายตาเลือนราง เพราะนักเรียนตาบอดไม่สามารถใช้สายตาในการเรียนได้เลย ต้องใช้ประสาทสัมผัสในส่วนอื่นแทน ได้แก่ ประสาทสัมผัสทางหู ประสาทสัมผัสทางดมกลิ่น ลิ้มรส และการสัมผัสทางกาย การจัดการเรียนการสอนสามารถใช้หลักสูตรของนักเรียนที่มีสายตาปกติได้แต่ต้องปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อให้สอดคล้องกับความสามารถ และความต้องการของนักเรียนตาบอด

2. การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตาบอดบางส่วน หรือที่มีสายตาเลือนราง สามารถมองเห็นได้ไม่ถึง 1 ใน 10 ของคนสายตาปกติ แต่นักเรียนกลุ่มนี้สามารถใช้ประโยชน์จากสายตาในการเรียนรู้ได้ จึงมีข้อแนะนำสำหรับครูดังนี้

### 2.1 ครูควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญต่อไปนี้

2.1.1 ควรค้นหาว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความสามารถในการเห็นแค่ไหน โดยการวินิจฉัยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสามารถจัดเตรียมสื่อการสอนได้อย่างเหมาะสม

2.1.2 ยอมรับข้อจำกัดของเด็กในการมองเห็น

2.1.3 ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย

2.2 ให้นักเรียนกลุ่มนี้นั่งอยู่ในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอในการอ่านหนังสือ โดยให้แสงสว่างเข้าทางด้านข้างของนักเรียน

2.3 ควรเขียนหมายเลข ข้อความ ด้วยหมึกสีดำเข้มๆ ตัวโต เพื่อให้นักเรียนเห็นได้ง่าย

2.4 หนังสือแบบเรียนต้องเป็นตัวอักษรขนาดใหญ่

2.5 จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นแก่การเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เช่น แว่นขยาย แว่นสายตา

### 2.1.4.3 กระบวนการเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด

การสอนนักเรียนตาบอดเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง และสิ่งสำคัญที่ครูจำเป็นต้องมี คือ ความสามารถของครูในการสอน และแนะแนวเด็กให้รู้จักปรับตัวในด้านต่างๆ รวมทั้งให้เกิดการเรียนรู้มากที่สุด การจัดการศึกษาแก่เด็กตาบอดนั้นมีวิธีการแตกต่างไปจากการสอนเด็กปกติ Lowenfeld (1972: 256 อ้างถึงใน ศรียา และ ประภัสร, 2520: 289) ได้ให้ข้อแนะนำในการสอนคนตาบอด ดังนี้

1. คำนึงถึงเอกัตบุคล เนื่องจากเด็กตาบอดจะมีความแตกต่างจากเด็กปกติอย่างมาก และยังมีองค์ประกอบต่างๆ เช่น ระดับความมากน้อยของการสูญเสียสายตา อายุที่เริ่มเสียดวงตา สภาพแวดล้อมทางบ้าน ความแตกต่างของสติปัญญา และการสอนปัญหาพิเศษต่างๆ ล้วนแต่ต้องการโปรแกรมสอนเป็นพิเศษเป็นรายบุคคลทั้งสิ้น ดังนั้น กลุ่มในการเรียนของเด็กตาบอดควรอยู่ในระหว่าง 6-9 คน

2. ความเป็นรูปธรรม เด็กตาบอดเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชีวิตจากการได้ยินและการสัมผัส การที่เข้าใจสิ่งต่างๆ และเรียนรู้ได้ดีหากสิ่งนั้นสามารถสัมผัสจับต้องได้ การสังเกตจากการสัมผัส ทำให้เด็กตาบอดสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ รูปร่าง ขนาด น้ำหนัก ความแข็ง คุณภาพของพื้นผิว อุณหภูมิของพื้นผิว อุณหภูมิและความยืดหยุ่น หุ่นจำลองของสิ่งที้นำมาสอนไม่ควรมีขนาดแตกต่างจากความจริง

3. ความกลมกลืนสอดคล้องกันของคำอธิบาย ครูควรอธิบายให้สอดคล้องกลมกลืนกันกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเด็กได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้เด็กจัดลำดับเหตุการณ์และเกิดการผสมผสานกันของภาพพจน์ที่ตนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว

4. การเพิ่มสิ่งเร้า เป็นการขยายประสบการณ์ช่วยให้เด็กมีพัฒนาความคิดค้น จินตนาการ ต่างๆ โดยการเพิ่มสิ่งเร้าต้องทำอย่างมีระบบ และเริ่มทำตั้งแต่เด็กเริ่มเดินได้ให้รู้จักสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว

5. การทำกิจกรรมด้วยตนเอง การเรียนรู้ของเด็กดาบอดจะเป็นไปอย่างเชื่องช้า จึงควรได้รับการฝึกฝนและ การกระตุ้น การแนะนำ ให้มีพัฒนาการในพฤติกรรมต่างๆ

2.1.4.4 ข้อเสนอแนะทั่วไปในการจัดการเรียนรู้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 14)

ก) ส่งเสริมกิจกรรมที่ใช้การพูด เช่น การรายงาน การจัดรายการ เสียงตามสาย การอภิปราย การโต้วาที การกล่าวสุนทรพจน์ การตอบปัญหา การแข่งขันการพูดในที่ชุมชน ฯลฯ

ข) ส่งเสริมกิจกรรมเกี่ยวกับภาษา ดนตรี ขับร้อง การรับโทรศัพท์ การเรียนรู้ภาษาต่างๆ

ค) ส่งเสริมกิจกรรมที่ไม่ต้องใช้สายตาเป็นหลัก เช่น กิจกรรมกีฬา กิจกรรมทางศาสนา ศิลปะ และวัฒนธรรม โดยดัดแปลงสื่อการเรียนและวิธีการสอนให้เหมาะสม

ง) เสริมความรู้ต่างๆ ให้เหมาะตามวัยหรือความต้องการจำเป็นพิเศษ

จ) ความส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมต่างๆ

ฉ) ให้งานที่ท้าทายหรือข้อสอบที่มีระดับความยากง่าย แต่วิธีการทำงาน

อาจแตกต่างกัน

ช) ควรจัดหาหนังสืออักษรเบรลล์ หนังสือเสียงและอักษรตัวพิมพ์ ขนาดใหญ่ เป็นหนังสืออ่านประกอบการเรียนไว้ให้อ่านตามอัธยาศัย

ซ) ควรให้คำอธิบายประกอบกับให้ผู้เรียนสัมผัสสภาพหุ่น (ภาพหุ่น สามารถทำได้ในทุกวิชา)

ฌ) ควรใช้ของจริง ของจำลองที่สามารถสัมผัสได้ และให้มีขนาดที่เหมาะสม

ญ) ในการสาธิตครูต้องอธิบายให้ละเอียดและให้ผู้เรียนสัมผัสอุปกรณ์ต่างๆ

ฎ) ในการอธิบายควรอธิบายเป็นลำดับขั้นตอน

ฏ) สอนทักษะการทำความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม และการเคลื่อนไหว

ของคนดาบอด (Orientation and Mobility: O&M)

ฐ) ควรส่งเสริมทักษะในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ฑ) การสื่อความหมายเกี่ยวกับทิศทาง (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก) อย่างแม่นยำ ชัดเจน และถูกต้อง

ฒ) ในการบอกทิศทาง (ซ้าย-ขวา-หน้า-หลัง) หรือตามหน้าปัดนาฬิกา ต้องยึดตำแหน่งผู้เรียนเป็นหลัก

ณ) ในการทำงานกลุ่มอาจจัดกลุ่มให้เล็กลง หรือถ้าเป็นกลุ่มใหญ่ต้องจัดงานที่บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็นสามารถทำได้ และให้มีส่วนร่วมเต็มตามศักยภาพ

ด) ควรจัดเวลาในการทำงานบางอย่าง ให้แก่บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็นตามความเหมาะสม เช่น เวลาในการสอบ และทำกิจกรรม

ต) เวลาคร่อมอบสิ่งของให้บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็น ควรให้รายละเอียดที่จำเป็น

#### 2.1.5 ลักษณะทางจิตวิทยาและพฤติกรรมของการรับรู้ของเด็กตาบอด

ลักษณะทั่วไปของเด็กตาบอด กล่าวถึง ลักษณะท่าทางของเด็กตาบอดที่สามารถสังเกตได้ ลักษณะทางร่างกาย อารมณ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเข้าใจ มโนทัศน์ (Concept) และการปรับตัวในทางสังคมและการงาน (ซูซีพ, 2527: 114-118) ; (สุชา, 2525: 74-79)

##### 1. ลักษณะท่าทางของเด็กตาบอดที่สามารถสังเกตได้ดังนี้

1.1 ชอบลูบคลำบริเวณตา

1.2 ชอบนั่งก้มหน้า ไม่ทราบว่าจะทำอะไรจึงจะสวย บางครั้งจึงนั่งคอยเคี้ยวคอดกและมองไปโดยไร้จุดหมาย

1.3 ชอบนั่งหมอบบนโต๊ะ ปล่อยตัวตามสบาย

1.4 มักเดินตัวตรงทื่อ ไม่แกว่งแขน เพราะไม่ทราบว่าคนเดินต้องแกว่งแขน

1.5 มักเดินสืบเท้าไปก่อน เพื่อให้ทราบว่าจะข้างหน้าเป็นอย่างไร

1.6 เวลาคุยกัน มักไม่มองหน้ากันได้ยินแต่เสียงก็เพียงพอ

1.7 มีลักษณะชอบเดินเกาะกัน

1.8 มือไม่ค่อยอยู่นิ่ง เพราะใช้มือแทนตา

##### 2. ลักษณะทางอารมณ์ มีดังนี้

2.1 ไม่มีความมั่นใจในตัวเอง เพราะมองไม่เห็นจึงไม่กล้าทำอะไร

2.2 มีลักษณะขี้อาย คิดว่าตนเองมีปมด้อย ไม่กล้าออกสังคม ทำให้หงุดหงิด

2.3 ค่อนข้างใจน้อย หงุดหงิด ฉุนเฉียว เพราะต้องฟังคนอื่นตลอดเวลา ต้องการความรัก ความเอาใจใส่

2.4 ชอบปิดบังซ่อนเร้นเป็นความลับ เพราะไม่ทราบว่าผู้อื่นจริงใจต่อตนเองเพียงใด ชอบปิดบัง แยกตัวเอง ทำให้อารมณ์หงุดหงิด มองไม่เห็นว่าคุณอื่นทำดีต่อตนอย่างไร และไม่สามารถสังเกตการแสดงออกทางอารมณ์ของคนอื่นได้

3. พัฒนาการทางภาษา ความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีปัญหในการมองเห็นว่า จะมีผลต่อการใช้ภาษาของเด็กหรือไม่นั้นมียุ 2 แนวคิดด้วยกันคือ

3.1 เชื่อว่าเด็กที่มีปัญหาในการมองเห็นสามารถเข้าใจ และใช้ภาษาได้เช่นเดียวกับเด็กปกติ จากการศึกษาเด็กตาบอดเลื่อนรางพบว่า มีทักษะทางภาษาพอๆ กับเด็กปกติ

นอกจากนี้เมื่อทดสอบเชาว์ปัญญายังพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่เป็นของเด็กที่มีปัญหาในการมองเห็นไม่แตกต่างจากเด็กปกติอย่างใด

3.2 เชื่อว่าเด็กที่มีปัญหาในการมองเห็น มีพัฒนาการทางภาษาแตกต่างจากเด็กปกติ ทั้งนี้เชื่อว่าเด็กตาบอดมีลักษณะบางอย่างที่มีอิทธิพลต่อความคิดของเขา โดยการศึกษาเด็กตาบอดพบว่า เด็กจะมีลักษณะ Verbalism หรือ Verbal Unreality (การใช้ภาษาได้ไม่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการกล่าวถึง เนื่องจากเด็กตาบอดขาดประสบการณ์ในการสัมผัสในบางลักษณะ) เด็กตาบอดเรียนคำหรือภาษาจากการ ฟัง มือ และอวัยวะอื่นๆ ยกเว้นสายตา ภาษาของเขาจึงใช้ได้ดีในกรณีที่ต้องการสะท้อนถึงสิ่งที่เขาเคยสัมผัสมาเท่านั้น แต่สิ่งที่เขาไม่สามารถสัมผัสได้ (มองไม่เห็น) เขาก็ไม่สามารถใช้ภาษาเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เขาเชื่อว่าที่เป็นเช่นนี้มีใช้เป็นเพราะว่าเด็กตาบอดได้รับการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวมาโดยทางพันธุกรรม แต่เป็นเพราะการจัดการศึกษาหรือการเรียนรู้ให้แก่เด็กตาบอด การเรียนการสอนจึงมุ่งให้เด็กตาบอดมีความสามารถทางภาษาเหมือนเด็กปกติทั่วๆ ไป

#### 4. ความสามารถทางสติปัญญา

4.1 ผลจากการวัดเชาว์ปัญญาโดยใช้แบบทดสอบทางเชาว์ปัญญาเพื่อศึกษา เชาว์ปัญญาของเด็กตาบอดพบว่า เด็กตาบอดไม่ใช่ว่าจะมีไอคิวต่ำโดยอัตโนมัติ ถ้าเขามีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเพียงพอแล้วความสามารถทางเชาว์ปัญญาก็จะพัฒนาไปคล้ายๆ เด็กปกติ

4.2 ความสามารถในการเข้าใจโมโนทัศน์ต่างๆ ของเด็กตาบอด แตกต่างจากเด็กปกติเพียงเล็กน้อย เด็กตาบอดมีรูปแบบการคิดที่เรียกว่า Global Cognitive Style คือ การคิดรวบๆ ไม่สามารถคิดหรือเข้าใจถึงรายละเอียดปลีกย่อยได้ เนื่องจากเขาไม่สามารถรับรู้ในส่วนละเอียดได้ส่วนเด็กสายตาคิดจะมีรูปแบบการคิดเป็น Articulated Cognitive Style ซึ่งหมายถึงการคิดอย่างละเอียด ทั้งในส่วนรวมและส่วนรายละเอียดปลีกย่อย สามารถวิเคราะห์และเข้าใจถึงโครงสร้างของสิ่งที่กำลังคิดได้ เนื่องจากเขามีประสบการณ์ทั้งที่เป็นส่วนรวมทั้งหมด และทั้งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยของสิ่งที่เป็นสิ่งเร้าต่างๆ

4.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับระยะทางและความสัมพันธ์ เนื่องจากเด็กตาบอดไม่สามารถมองเห็นเกี่ยวกับระยะทางจึงขาดความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้วย แต่อย่างไร เด็กตาบอดก็สามารถเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากเขาสามารถรับรู้เรื่องระยะทางได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอื่น เช่น การรับรู้ระยะทางโดยการเดิน

4.4 ความสามารถในการสัมผัสโดยการแตะต้อง เด็กตาบอดสามารถรับรู้เกี่ยวกับระยะทางและความสัมพันธ์ได้ โดยการแตะต้องเป็นสำคัญแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.4.1 การแตะต้องในลักษณะของการสังเคราะห์ หมายถึง การแตะต้องวัตถุหรือสิ่งของที่มีขนาดโตพอที่จะใช้มือข้างเดียวหรือสองข้างจับต้องได้ทั้งหมดในคราวเดียวกัน

4.4.2 การแตะต้องในลักษณะของการวิเคราะห์ หมายถึง การแตะต้องวัตถุหรือสิ่งของทีละส่วน เนื่องจากวัตถุหรือสิ่งของมีขนาดใหญ่จนไม่สามารถจับต้องได้ทั้งหมด

ในคราวเดียวกัน ผลจากการสัมผัสจะต้องดังกล่าวกทำให้คนตาบอดรับรู้สิ่งเร้าต่อเนื่องกันหลายครั้งจึงจะเข้าใจว่าสิ่งเร้านั้น คืออะไร เขาจะสามารถรับรู้สิ่งเร้านั้นได้

4.5 ความสามารถที่เด่นๆ บางอย่างของเด็กตาบอด ถึงแม้ว่าเด็กตาบอดจะมีปัญหาบางประการเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดและความเข้าใจสิ่งต่างๆ แต่เขาก็มีความสามารถบางอย่างพอๆ กับเด็กปกติ โดยมีความเอาใจใส่ต่อสิ่งต่างๆ สูง เนื่องจากเขาต้องใช้สัมผัสอื่นๆ ช่วยในการรับรู้และประสาทสัมผัสเหล่านั้นต้องใช้ความเอาใจใส่เป็นอย่างสูง เช่น เด็กตาบอดมีความสามารถในการฟังสูง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นเด็กตาบอดได้รับการฝึกฝนและมี การสอนอย่างเหมาะสม เขาก็จะไม่ประสบปัญหาในการที่พัฒนาความรู้ความคิดของเขา หรือขาดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมแต่อย่างใด

5. ความสามารถในการเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนไหวไปมาในที่ต่างๆ เป็นสิ่งหนึ่งที่แสดงถึงความสำเร็จในการปรับตัวของคนที่มีปัญหาทางสายตา มูลเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้คนตาบอดสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ก็คือ เขาได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี โดยที่ตัวเขาเองก็มีความต้องการที่จะฝึกฝนเพื่อให้สามารถไปไหนมาไหนได้ จากการวิจัยต่างๆ สามารถสรุปได้ว่าคนตาบอดสนิทมีปัญหาในการเคลื่อนที่น้อยกว่าคนตาบอดไม่สนิท เพราะเขามองเห็นได้ไม่ชัดเจนพอที่จะใช้ประโยชน์จากสายตาอะไรได้เลย จึงทำให้เขาต้องพึ่งพาอาศัยคนอื่นอยู่ตลอดเวลา ตรงข้ามกับคนที่ตาบอดสนิทเขาจะพยายามเรียนรู้ในการใช้ตัวนะที่ประสาทสัมผัสอื่นๆ สามารถรับสัมผัสได้เนื่องจากไม่สามารถสัมผัสตัวนะทางสายตาได้เลย นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กที่ตาบอดมาตั้งแต่เกิด จะมีปัญหาในการเคลื่อนไหวน้อยกว่าผู้ที่มาตาบอดในตอนหลัง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การมีสายตาพิการไม่ส่งผลเสียหายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กแต่อย่างใด เด็กตาบอดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่างๆ ดีพอๆ กับเด็กสายตาปกติ ยกเว้นวิชาคณิตศาสตร์ที่ต่ำกว่าเด็กปกติ และเด็กตาบอดมักจะเรียนช้ากว่าเด็กสายตาปกติ 2 ปี เพราะเข้าโรงเรียนช้ากว่าเด็กปกติ 2 ปี หรือขาดเรียนเนื่องจากปัญหาสายตาพิการ

## 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์

### 2.2.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525: 162) ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นถึงความคิดที่เป็นระเบียบ มีเหตุมีผล มีหลักการในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญมาก มีบทบาทที่สำคัญต่อการศึกษาในแขนงอื่นๆ อีกด้วย

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณมีการใช้สัญลักษณ์แสดงเป็นแบบนามธรรม เช่น พีชคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส เป็นต้น ทำให้เรามีการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล และถูกต้อง

## 2.2.2 ทฤษฎีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา

2.2.2.1 ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เป็นทฤษฎีที่เน้นในเรื่องฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดมากๆ จนกว่าผู้เรียนจะเกิดความเคยชินต่อวิธีการนั้นๆ การฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอนคณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ

2.2.2.2 ทฤษฎีแห่งความจำเป็น (Incidental Activity Theory) เป็นทฤษฎีที่เน้นความสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ในด้านสังคม โดยจัดให้มีการสอนแบบหน่วยการสอนโดยใช้กิจกรรมและการสอนโดยถือตัวนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ลักษณะการสอนของทฤษฎีนี้ คือพยายามให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งครัดและไม่เบื่อหน่าย

2.2.2.3 ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้กันมากมุ่งสอนให้นักเรียนเข้าใจความหมายคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการ วิธีการ และการใช้ มุ่งสร้างเสริมความคิดรวบยอด จะใช้อุปกรณ์การสอนแบบรูปธรรมและกึ่งรูปธรรมให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์ สอนคณิตศาสตร์ตามลำดับความสำคัญ มุ่งที่จะสอนให้รู้เหตุผลหาเหตุผลด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่ผ่านมาแล้ว

การสอนทั้ง 3 ทฤษฎี ต่างก็เป็นทฤษฎีที่จะสอนให้เด็กเกิดการเรียนรู้ทั้งสิ้น ผู้สอนควรใช้ทฤษฎีการสอนแห่งความหมายเป็นหลัก พร้อมกันนั้นก็ใช้ทฤษฎีการสอนที่เหลือประกอบ คือสำรวจดูประสบการณ์เดิมของเด็กว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วจึงสอนต่อจากประสบการณ์ที่เด็กมีตามลำดับความสำคัญ หากทราบดีว่าความสนใจ โดยการอธิบายพร้อมกับการใช้อุปกรณ์ เมื่อเข้าใจแล้วจึงให้ทำแบบฝึกหัดทักษะให้รู้จักใช้หลักการและจดจำหลักการให้แม่นยำยิ่งขึ้น

## 2.2.3 เทคนิคการสอนเด็กตาบอด

การสอนเด็กพิการประเภทนี้ เนื่องจากมีลักษณะพิเศษมีความแตกต่างจากเด็กปกติ ครูผู้สอนจึงควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับขบวนการเรียนรู้และการคิดของเด็กก่อน โดยมีเทคนิคในการสอนคนตาบอดดังนี้ (สถาบันราชภัฏสวนดุสิต, 2536: 26-27)

1. การจำโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายๆ ด้าน จะดีกว่าผ่านประสาทสัมผัสด้านเดียว เช่น การสอนรูปเรขาคณิตควรให้เด็กสัมผัสของจริง เป็นต้น
2. การจำจากการเห็น เด็กสามารถสร้างมโนภาพ (Image) ได้ดีกว่าว่าการสัมผัส
3. ขบวนการคิดของเด็กบางอย่าง จะช้ากว่าเด็กปกติ

4. เด็กบางคนมีกลไกในการคิดเฉพาะของตนเอง ดังนั้น เด็กจะมีการเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ

#### การสอนคณิตศาสตร์

1. สอนให้เด็กรู้สัญลักษณ์เบรลล์ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น เช่น  $+, -, \times, \div, =, \neq, >, <, \leq$
2. บอกกฎเกณฑ์การเขียนตัวเลข เช่น ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เว้นวรรคระหว่างตัวเลขและตัวหนังสือได้ถูกต้องและการเขียนเลขต่ำตามหลักการของอักษรเบรลล์
3. ไม่มีการทดเลขในแนวตั้ง แต่เด็กจะรวมเลขเป็นหลักไปเลยหรือใช้ลูกคิด
4. พยายามสอนให้เป็นรูปธรรมที่เด็กจะสัมผัสได้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและจำได้แม่นยำ
5. เวลาให้เด็กจดจำโจทย์ ควรบอกให้ชัดเจนและเด็กสามารถจดได้ทัน
6. การสร้างเรขาคณิตควรใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น กระดาษ ยาง วาดเวียน ไม่บรรทัดอักษรเบรลล์ ลูกกลิ้งผ้าสำหรับขีดเส้น เป็นต้น

#### 2.2.4 การประเมินผลการเรียนหลักสูตรการศึกษา

การประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งตรวจสอบการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาต่างๆ ของนักเรียน โดยทำการตรวจสอบจากพฤติกรรม การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน ผลงาน แฟ้มสะสมผลงานและการทดสอบต่างๆ แล้วนำผลการตรวจสอบไปประเมินตัดสินการผ่านผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นักเรียนที่ผ่านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาใดครบถ้วน ก็จะได้รายวิชานั้น นักเรียนที่ประเมินไม่ผ่านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อใด จะต้องซ่อมให้ผ่านให้ได้ ขณะเดียวกันนักเรียนที่ผ่านการประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อใดแล้ว สามารถพัฒนาความรู้ความสามารถของตนแล้วขอรับการประเมินใหม่เพื่อปรับคะแนน ผลการเรียนให้สูงขึ้นได้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล การประเมินผลการเรียนแจ้งผลเป็นระดับผลการเรียนตัวเลข ที่แบ่งเป็น 8 ระดับ คือ

|     |                    |         |                      |
|-----|--------------------|---------|----------------------|
| 4   | คะแนนร้อยละ 80-100 | หมายถึง | ผลการเรียนดีเยี่ยม   |
| 3.5 | คะแนนร้อยละ 75-79  | หมายถึง | ผลการเรียนดีมาก      |
| 3   | คะแนนร้อยละ 70-74  | หมายถึง | ผลการเรียนดี         |
| 2.5 | คะแนนร้อยละ 65-69  | หมายถึง | ผลการเรียนค่อนข้างดี |
| 2   | คะแนนร้อยละ 60-64  | หมายถึง | ผลการเรียนดีเยี่ยม   |
| 1.5 | คะแนนร้อยละ 55-59  | หมายถึง | ผลการเรียนดีมาก      |
| 1   | คะแนนร้อยละ 50-54  | หมายถึง | ผลการเรียนดี         |
| 0   | คะแนนร้อยละ 0-49   | หมายถึง | ผลการเรียนค่อนข้างดี |

การพิจารณาเลื่อนชั้นยังต้องใช้หลักเกณฑ์ของเวลาเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมด และต้องผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในสมุดแบบบันทึกผลการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน (ปพ.๕/๒) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนจุดประสงค์ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้

### 2.2.5 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอน ควรบูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (กรมวิชาการ, 2544: 6)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

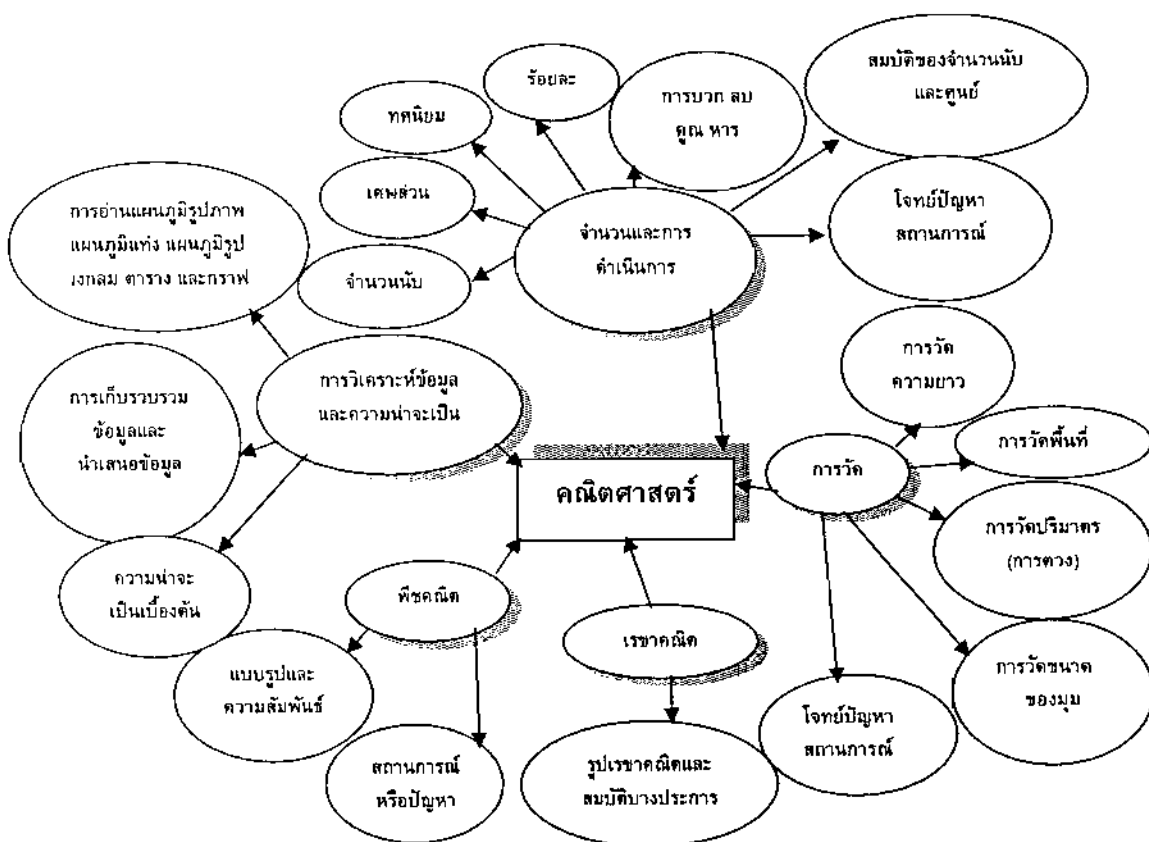
สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

### 2.2.6 แผนผังโนทัศน์คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (กรมวิชาการ, 2544: 9)



ภาพที่ 2-1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

## 2.2.7 คำอธิบายรายวิชาและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### คำอธิบาย

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ให้มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ในเนื้อหา

### จำนวนนับและศูนย์ สมบัติของจำนวนนับและศูนย์

1. จำนวนนับและศูนย์ ค่าประจำหลักการเขียนในรูกระจาย การเรียงลำดับจำนวน การหาค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ สมบัติของจำนวนนับและศูนย์ และการประเมินไปใช้ในการแก้ปัญหา การบวก การลบ การคูณ การหาร

2. เศษส่วน ความหมายของเศษส่วน การเขียนและการอ่านเศษส่วน เศษส่วนในรูปแบบต่าง ๆ การแปลงเศษเกินให้อยู่ในรูปจำนวนคละ และการแปลงจำนวนคละให้อยู่ในรูปเศษเกิน การแปลงจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน การทำเศษส่วนให้ตัวส่วนที่มี ตัวส่วนไม่เท่ากันให้ตัวส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันให้มีค่าเท่ากัน

การเรียงลำดับเศษส่วน การบวก การลบและการคูณเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน และโจทย์ปัญหา

1. ทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง ความหมายของทศนิยม การเขียนและการอ่าน ค่าประจำหลัก การเขียนอยู่ในรูปกระจาย การเปรียบเทียบและการใช้เครื่องหมาย

2. ร้อยละ ความหมายของร้อยละ ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วน ทศนิยม ร้อยละ การหาค่าเศษส่วนของจำนวนนับและการหาค่าร้อยละ โจทย์ปัญหาการคูณ การหาร และการประยุกต์

### แบบรูปและความสัมพันธ์ การสังเกตลำดับของจำนวน

รูปเรขาคณิต ชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ ลูกบาศก์ มุมรูปสี่เหลี่ยม เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสามเหลี่ยม ส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยม การสร้างรูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม เส้นขนาน การออกแบบและการประดิษฐ์จลลโดยใช้รูปเรขาคณิต

### การทำพื้นที่และความยาวของเส้นรอบรูป

1. การทำความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม การทำพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม มุมฉาก และการแก้ปัญหา

### 2. การวัดขนาดของมุมเป็นองศา

3. ปริมาตรและความจุ ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก หน่วยของปริมาตรและความจุ ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยของปริมาตรหรือหน่วยของความจุ การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก การหาความจุและการแก้ปัญหา

สถิติและความน่าจะเป็น

1. สถิติเบื้องต้น และการวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การจำแนกข้อมูล การอ่านแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง การเขียนและการอ่านแผนภูมิการเปรียบเทียบ

2. ความน่าจะเป็นเบื้องต้นโอกาส และเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริงทดลองสรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิด คำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสรุปผล ใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ ในการเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ที่คู่กับวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

นำความรู้และทักษะกระบวนการไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชีวิตจริงได้ มีการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

## 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

### 2.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2.3.1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อการเรียนการสอน คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหรือตัวกลาง ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาในวิชาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้หลากหลาย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI (Computer-Assisted Instruction) หมายถึง บทเรียนที่ได้จัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการสอนกับผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ (Interaction) โดยตรงตามความสามารถ (กฤษมันต์, 2536: 136)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โปรแกรมบทเรียนรูปแบบต่างๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกลำบาก (กิดานันท์, 2540: 229)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟ แผนภูมิ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด (ถนอมพร, 2541: 7)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (บุญชม, 2537: 123)

คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน และฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา

บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะดำเนินการอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ยังเป็นเครื่องมือสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย (นุชนาฏ, 2539: 12)

จากความหมายต่างๆ ที่ได้กล่าวมา พอสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ แล้วนำเสนอในลักษณะสื่อประสม อันได้แก่ ตัวอักษร ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว แผนภูมิ วิดีทัศน์ และเสียงเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลและได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) ทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทราบผลและเกิดความสุขไม่เบื่อหน่ายกับบทเรียน ซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้

### 2.3.1.2 ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้โปรแกรมบทเรียนในการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจำแนกรูปแบบการนำเสนอบทเรียนจำแนกได้ดังนี้

1. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial Instruction) บทเรียนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้ที่เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียงหรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำแล้วยังผิดอีกจะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีกหรือจะเรียนบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการสอนคอมพิวเตอร์ช่วยที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชา นับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ (กิตานันท์, 2543: 245)

2. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) รูปแบบไม่มีการจัดเตรียมเนื้อหาความรู้ให้แก่ผู้เรียนอ่านก่อน แต่จะใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกและทบทวนความรู้ของผู้เรียนที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้ว รูปแบบจึงคล้ายกับการทดสอบที่เป็นข้อสอบแบบตัวเลือก แบบจับคู่ หรือแบบถูก-ผิด ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างแนวความคิดและหลักการที่มุ่งเน้นด้านเนื้อหาความรู้โดยตรง เพื่อนำความรู้ ที่มีอยู่แล้วจากการเรียนการสอนโดยวิธีปกติในชั้นเรียน ให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และปฏิบัติได้จริง (มนต์ชัย, 2543: 43)

รูปแบบนี้มักจะเป็นบทเรียนสั้นๆ แต่เน้นที่ตัวแบบฝึกหัด การเตรียมแบบฝึกหัดจะต้องมีจำนวนข้อมาก ซึ่งอาจจะกระทำโดยการสุ่มเลือกขึ้นมาเองโดยที่ผู้เรียนไม่สามารถจำคำตอบหรือ

รู้คำตอบมาก่อนหรือจำได้ในการเรียนเมื่อครั้งแรกของผู้เรียนเอง ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ จะต้องตรวจปรับได้ว่าถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่ง ถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่งก็จะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อน แล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนการฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้ ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น (กิดานันท์, 2543: 246)

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการจำลองใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยจัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้ โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมนี้อาจจะประกอบด้วย การเสนอความรู้ข้อมูลการแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการฝึกปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่วและการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ โปรแกรมนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต โปรแกรมบทเรียนนี้มีใช่เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น (กิดานันท์, 2543: 246)

4. แบบเกมเพื่อการสอน (Instructional Game) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้พัฒนามาจากแนวความคิดและทฤษฎีด้านการเสริมแรง (Reinforcement) อยู่บนพื้นฐานของการสร้างแรงจูงใจภายใน เช่น ความสนุกสนานจะทำให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ และความคงทนในการจดจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้ สร้างขึ้นเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหาแนวความคิดและทักษะที่ได้เรียนรู้ไปแล้วคล้ายกับแบบ Drill แต่ได้เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอ มีความสนุกสนานตื่นเต้น ตัวอย่างของบทเรียนประเภทนี้ เช่น เกมคำศัพท์ภาษาอังกฤษแบบแขวนคอ เกมทายตัวเลข เป็นต้น (มนต์ชัย, 2543: 50)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมายังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้นและช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนการจำลองแตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย (กิดานันท์, 2543: 247)

5. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เน้นที่การฝึกคิดและการตัดสินใจโดยจะอาศัยวิธีการกำหนดกฎเกณฑ์ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังเช่น บทเรียนในวิชาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักที่จะเลือกสูตรใช้ให้ตรงกับปัญหา อาจจะต้องออกแบบบทเรียน ที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิด เช่น ถ้าตอบข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าตอบ ข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด แต่ถ้าเลือกข้อ ง. ก็อาจจะแปลว่าไม่เข้าใจเลย ดังนั้นเป็นต้น

6. แบบทดสอบ (Test) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่นๆ วัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบความรู้ ความสามารถในการเรียนของผู้เรียน การสอบนี้เป็น การสอบก่อนการเรียน (Pretest) หรือการทดสอบหลังการเรียน (Protest) การออกแบบข้อสอบ ถ้าเป็นโครงสร้างบทเรียนขนาดใหญ่ข้อสอบอาจจะเก็บอยู่ในรูปของคลังข้อสอบ (Item Bank) ซึ่งนำมาใช้งานลักษณะของข้อสอบแบบนี้ จะอยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถ ประเมินผลได้ เช่น แบบเลือกตอบถูกผิดหรือแบบเติมคำง่ายๆ ก็ได้

จากบทเรียนทั้ง 6 ระบบ นักศึกษาบางท่านยังจำแนกได้อีก เช่น แบบค้นพบสิ่งใหม่ (Discovery) และแบบผสมผสาน (Integrated) ซึ่งมีความแตกต่างไม่มากนักจากทั้ง 6 แบบ ที่กล่าวมาแล้ว แต่ในปัจจุบันจะพบว่าในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหนึ่งๆ จะผสมผสานหลายๆ รูปแบบ โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของเนื้อหาและระดับความรู้ของกลุ่มผู้เรียน ก็เป็นตัวแปรที่จะต้องพิจารณาด้วยประการหนึ่ง

### 2.3.1.3 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งนับวันแต่จะก้าวเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษที่สามารถจะเอื้ออำนวย ในการเรียนการสอนและบริหารงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าจะกล่าวถึง ในด้านการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์นั้นก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่นๆ ที่ย่อมจะมีข้อดีและ ข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (กิดานันท์, 2543: 253)

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วย คอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. การใช้สื่อ ภาพลายเส้นที่ดูคล้ายเคลื่อนไหวหรือภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ตลอดจน เสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนน และพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะการศึกษา รายบุคคลได้เป็นอย่างดีโดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผล ความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียน ที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้อง อายเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอน ในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

คุณค่าทางการศึกษาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมิใช่สื่อการศึกษาใหม่แต่อย่างใด ในสหรัฐอเมริกา นั้นนับเป็นเวลากว่า 3 ทศวรรษแล้วที่ได้มีความพยายามในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาช่วย ในการเรียนการสอน สำหรับในประเทศไทยก็เริ่มใช้กันมาประมาณ 10 กว่าปีแล้ว สาเหตุ ที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมเรื่อยมา และยังมีแนวโน้มที่จะเป็นสื่อการศึกษาที่สำคัญ ต่อไปในอนาคต เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาทางการศึกษา เป็นอย่างดี ได้แก่

1. ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว ในปัจจุบันอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนสูงมาก การสอน แบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนปกติเป็นสิ่งที่เป็นไปได้เลย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเปรียบเสมือน ทางเลือกใหม่ที่จะช่วยทดแทนการสอนในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งนับว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ หรือมีการโต้ตอบกับผู้สอน ได้มาก และผู้สอนก็สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ทันที

2. ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันทางการเรียน ผู้เรียนแต่ละคนย่อมที่จะมีพื้นฐาน ความรู้ซึ่งแตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาตามความรู้ ความสามารถของตน โดยการเลือกลักษณะและรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ เช่น ความเร็วช้าของการเรียน เนื้อหาและลำดับของการเรียน เป็นต้น

3. ปัญหาการขาดแคลนเวลา ผู้สอนมักจะประสบกับปัญหาการมีเวลาไม่เพียงพอ ในการทำงาน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางเลือกอีกทางที่น่าสนใจเนื่องจากมีงานวิจัย หลายชิ้นพบว่าเมื่อเปรียบเทียบการสอน โดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนด้วยวิธี ปกติแล้ว วิธีการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะใช้เวลาเพียง 2 ใน 3 ของการสอนด้วย วิธีปกติเท่านั้น

4. ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ สถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลจากชุมชนมักจะประสบปัญหา การขาดแคลนครูผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางออกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษา จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ นอกจากนี้สำหรับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนั้น ก็ยังสามารถที่จะนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการสอนได้ โดยในขณะเดียวกันผู้เชี่ยวชาญ

เองแทนที่จะต้องเดินทางไปสอนหรือเผยแพร่ความรู้ยังสถานศึกษาต่างๆ ก็สามารถถ่ายทอดความรู้ลงในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเผยแพร่ให้แก่ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถานศึกษาอื่นๆ ได้ เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรูปแบบการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา

ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (กฤษมันต์, 2536: 111-112)

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลา และความสามารถมากของครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ ยังต้องพบกับอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูงๆ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) รวมทั้งพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้สึก (Affective Domain) และ พฤติกรรม การเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ (Psychomotor Domain) ได้

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลา และ ทักษะ ของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

4. เมื่อเวลาผ่านไป ผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์บางครั้งให้ผลตรงข้าม ผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับ เครื่องคอมพิวเตอร์

5. ผู้เรียนบางประเภทไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้น หรือเป็นไปตามขั้นตอนของ โปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียน เป็นขั้นตอน เป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ อุปกรณ์อื่นๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่เฉพาะ เขตเมืองที่มีเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบท ห่างไกลความเจริญ ที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี

7. ในประเทศไทยความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจน โปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่ม คาดหวังคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้ประสิทธิภาพ การเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืน ที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ประกอบด้วย ปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้น ก็จะทำให้สัดส่วนของ การลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงโปรแกรมที่ออกวางขาย และอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ได้ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

### 2.3.2 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย

มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อประสมปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) โดยการมี ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสื่อและผู้ใช้ สื่อประสมสมัยนี้จึงหมายถึง การนำอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องเล่นซีดีรอม เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหาข้อมูลเป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียงในระบบสเตอริโอ โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ช่วยในการผลิต การนำเสนอเนื้อหา และเพื่อเป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ร่วมเหล่านี้ เพื่อให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ เป็นการให้ผู้ใช้หรือผู้เรียนมีใช้เพียงแต่นั่งดูหรือฟังข้อมูลจากสื่อที่เสนอเท่านั้น แต่ผู้ใช้สามารถควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานในการตอบสนองต่อคำสั่ง และให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบต่างๆ ได้เต็มที่ ผู้ใช้และสื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองซึ่งกันและกันได้ทันทีในเวลาจริง (Real-time) เนื้อหาในสื่อประสมปฏิสัมพันธ์จะมีลักษณะไม่เรียงลำดับเป็นเส้นตรงและมีใช้เป็นสิ่งพิมพ์ เพราะเนื้อหาเหล่านั้นจะเป็นภาพจากเลเซอร์ดิสก์ หรือจากซีดีรอมเป็นเสียงจากแผ่นเพลงซีดี หรือเป็นตัวอักษรจากไฟล์คอมพิวเตอร์ และสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ตลอดเวลา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอ่านตามลำดับของเนื้อหา (นิสา, 2543: 5-6)

มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อหลายๆ สื่อ เอามาผสมผสานกัน วิธีผสมผสานสื่อหลายสื่อนั้น อาจทำได้หลายวิธี โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวการให้มีการประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวาง (พรทิพย์, 2537: 21)

### 2.3.3 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

นักศึกษส่วนใหญ่นิยมได้ประยุกต์หลักการสอนของ Robert Gagne 9 ประการ มาใช้ประกอบการพิจารณาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหา และจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่ (มนต์ชัย, 2545 : 95-105)

#### 1. เร่งความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียจึงมักเริ่มต้นด้วยการใช้ภาพ แสงสี เสียงหรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหา และน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอ บทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้ คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพโดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าว ต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

1.1 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน

1.1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพไว้ระยะหนึ่งจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่น เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดง การเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

1.3 เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

1.4 เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

1.5 ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

## 2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์บทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึง ความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเอง หลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้ง เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและ สัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผล ดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของบทเรียนก่อนการเรียนรู้ จะสามารถจดจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิดได้แก่วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ มัลติมีเดีย มักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ

สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาในแนวกว้างเช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความอ่านแล้วเข้าใจไม่ต้องแปลความหมายอีกครั้ง

2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นທີ່เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป

2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

2.4 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

2.5 ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

2.6 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ดิกรอบ ใช้ลูกศรหรือใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

### 3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pretest) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์วัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกัน แล้วแต่ความเหมาะสมปริมาณมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาค่าความต้านทานรวม

กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพที่จะคำนวณค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรม และแบบขนาน ก่อนหรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าวเพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1 ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยต้องไม่คาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

3.2 แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้แต่อย่างใด

3.3 การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

3.4 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการทดสอบ เพื่อออกไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.5 ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้วหรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว การใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

#### 4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว หลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางประเภทจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงอย่างเดียว

#### 5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียน มีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้

ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจโมเดลของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนค้นหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบเองได้ นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่าตามลำดับขั้น มีดังนี้

5.1 บทเรียนควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย้อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของขนาดรูรับแสงเป็นต้น

5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และอย่าง แล้วบอกกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมในนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

5.6 บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

## 6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Responses)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถามก็จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีการอ่านหรือการลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียมีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) จะมีความแตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นเลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนกระตุ้นหรือติดตามบทเรียนย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาส ทำแบบทดสอบ ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำ ดังนี้

6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลองของบทเรียน

6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป

6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหาตามความเหมาะสมของ ลักษณะเนื้อหา

6.4 เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ

6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรเลือกใช้คำตอบแบบตัวเลือก

6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้งเมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันทีและเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

6.7 บทเรียนหน้าการตอบสนองของผู้เรียน บทเรียนหน้าคำถาม และบทเรียน หน้าเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้หน้าย่อย ซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

6.8 ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากความเข้าใจผิด เช่น การ พิมพ์ตัว L กับเลข 1 การเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไปตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

## 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียน ได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า ขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอ ด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจ ต้องการดูผลว่าหากทำผิดมากๆ แล้ว จะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกด แป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลการถูกแขวนคอวิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนเป็นการนำเสนอภาพในทางบวกเช่น ภาพแล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วย การตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิด

จะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟ จะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

- 7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน
- 7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบคำตอบถูกหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
- 7.3 ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ภาพควรเป็นภาพที่ง่าย และเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
- 7.4 หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
- 7.5 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน เช่น คำตอบถูกต้องและคำตอบผิด แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
- 7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป
- 7.7 อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพเพื่อบอกความใกล้เคียงจากเป้าหมายก็ได้
- 7.8 พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

## 8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

- 8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
- 8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
- 8.3 ข้อคำถาม คำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

8.4 หลีกเลียงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

8.5 ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม

8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียวควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

8.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer) การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

#### 2.3.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัย

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการวิจัยพิจารณาใน 3 แนวทาง ได้แก่ ผลสำเร็จของบทเรียน การวิเคราะห์ผล และเจตคติ โดยทั่วไปการประเมินจะมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ (มนต์ชัย, 2545: 329-338)

1. การหาประสิทธิภาพบทเรียน (Efficiency)
2. การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Learning Achievement)
3. การหาความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน (Retention of Learning)

การประเมินผลแต่ละวิธีการจะมีขั้นตอนดำเนินการแตกต่างกัน และให้ผลสรุปแตกต่างกัน ในปัจจุบันการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นจะใช้หลายๆ วิธีเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ยืนยันถึงคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียนว่าสามารถนำไปใช้ถ่ายทอดองค์ความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

##### 2.3.4.1 ประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้กับผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังบทเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้

การหาประสิทธิภาพบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปจะใช้ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจาก แบบทดสอบแล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ Event1/Event2 โดย เขียนอย่างย่อเป็น E1/E2 เช่น 90/90 หรือ 80/80 และจะต้องกำหนดค่า E1 และ E2 เท่ากัน เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบและการแปลความหมาย

ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

ร้อยละ 95-100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม (Excellent)

ร้อยละ 90-94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)

ร้อยละ 85-89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีพอใช้ (Fairly Good)

ร้อยละ 80-84 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)

ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง บทเรียนต้องปรับปรุงแก้ไข (Poor)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียน คือ ถ้ากำหนด เกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนักที่จะ พัฒนาบทเรียนให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนถึงเกณฑ์ในระดับนั้นอย่างไรก็ตามไม่ควรกำหนดต่ำกว่า ร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สนใจบทเรียน และเกิดความล้มเหลวทางการเรียนในที่สุด ข้อพิจารณาในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของ บทเรียนสามารถกำหนดคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับเด็กเล็ก ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95-100
2. บทเรียนที่เป็นเนื้อหาวิชาทฤษฎีหลักการมโนคติ และเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาอื่นๆ ที่กำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 90-95
3. บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายากและซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 85-90
4. บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาทดลอง หรือวิชาทฤษฎีกึ่งปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง ร้อยละ 80-85
5. บทเรียนสำหรับบุคคลโดยทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอน ควรกำหนดไว้ระหว่าง ร้อยละ 80-85

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุด เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ผ่าน การวิจัยมาแล้วหลายครั้ง และได้รับการยอมรับสามารถใช้เป็นเกณฑ์ดังกล่าววัดประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตรงที่สุด โดยที่ E1 และ E2 ได้จากค่าระดับคะแนน ดังต่อไปนี้

1. E1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด จากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างบทเรียนของบทเรียนแต่ละชุด

2. E2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) โดยปกติแล้วค่าที่ได้จากการวิจัยค่าของ E2 จะมีค่าต่ำกว่าค่า E1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาหรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละเรื่อง ระดับคะแนนจึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าของ E2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนที่ศึกษาเนื้อหาผ่านมานานแล้ว ซึ่งอาจเป็นเวลาหลายชั่วโมง หรือหลายสัปดาห์จึงอาจเกิดความสับสนหรือลืมเลือนได้

#### 2.3.4.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Learning Achievement)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปแบบของคะแนน หรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสามารถแสดงผลได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ แต่ไม่นิยมนำเสนอเป็นค่าโดดๆ มักจะเปรียบเทียบกับเหตุการณ์เงื่อนไขต่างๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน เช่น มีค่าสูงขึ้น หรือค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับผู้เรียนสองกลุ่ม เป็นต้น

#### 2.3.4.3 การหาความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน (Retention of Learning)

ความคงทนทางการเรียน (Retention of Learning) หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถของผู้เรียนที่จะระลึกถึงองค์ความรู้ที่เคยมีประสบการณ์ผ่านมา หลังจากที่ได้ผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น สัปดาห์หนึ่ง หรือเดือนหนึ่ง ซึ่งการที่จะจดจำองค์ความรู้ได้มากน้อยเพียงใดนั้นส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้เรียนจดจำได้

ระบบการจำของมนุษย์ จำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (มนต์ชัย, 2545: 335)

1. ระบบความจำความรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากถูกนำเสนอด้วยสิ่งเร้าต่างๆ

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short-term Memory) หรือระบบความจำชั่วคราว (Temporary Memory) หมายถึง ความจำที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเรียนรู้แล้วเป็นความจำที่คงอยู่ในระยะสั้น ถ้าไม่มีจิตใจจดจ่อกับสิ่งนั้น ความจำระยะสั้นนี้จะเลือนหายไปโดยง่าย

3. ระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory) หรือระบบความจำถาวร (Permanent Memory) หมายถึง ความจำที่ฝังตรึงอยู่ในใจ ซึ่งคงทนกว่าความจำระยะสั้นไม่ว่าจะทิ้งระยะไว้นานเท่าใด เมื่อต้องการฟื้นความจำนั้นๆ ก็จะระลึกออกมาได้ทันทีและถูกต้อง ระบบความจำระยะยาวจึงเป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนต้องการเพื่อจดจำสิ่งดีๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะองค์ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการศึกษาต่อหรือการประกอบอาชีพ

นักการศึกษาเชื่อว่า มีปัจจัยอย่างน้อย 2 ประการ ที่ทำให้มนุษย์เกิดความคงทนในการจำได้ ได้แก่ ความต่อเนื่อง หรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ และการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วอยู่เสมอๆ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าถ้ามีการศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้แล้วซ้ำอีก ก็จะช่วยให้ระบบความจำในเรื่องดังกล่าวได้ดีขึ้น

## 2.4 สื่อการเรียนการสอน

### 2.4.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

มีนักการศึกษาและนักวิชาการให้ความหมายของสื่อการสอนไว้อย่างต่าง ๆ ดังนี้ (เกษมสันต์, 2540: 41)

สื่อ (Media, Medium) มาจากภาษาละติน ว่า “Between” ซึ่งแปลว่า “ระหว่าง” ดังนั้น สื่อ จึงหมายถึง ตัวกลางหรือสิ่งที่เป็นพาหะในการนำข้อมูล ความรู้ หรือสารสนเทศ (Information) จากแหล่งกำเนิด (ผู้ส่ง) ไปสู่ผู้รับเพื่อสื่อสารหรือส่งความหมายถึงกัน (Media Communication)

การสอน (Instruction) หมายถึง วิธีการส่งผ่านความรู้ โดยมีการจัดประสบการณ์ หรือสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการปฏิบัติต่างๆ ทั้งนี้ อาจเป็นการให้ผู้เรียนได้เริ่มเรียนจากประสบการณ์ตรงไปสู่ประสบการณ์ผ่านภาพ (Iconic) ซึ่งเป็นตัวแทนของประสบการณ์จริง

สื่อการสอน (Instructional Media) หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ ที่ใช้เป็นตัวกลางในการส่งผ่าน หรือการถ่ายทอดความรู้ สารสนเทศ เจตคติ และทักษะจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.4.2 ความสำคัญและบทบาทของสื่อการสอน

ในระบบการเรียนการสอนนั้น สื่อเข้ามามีบทบาททั้งส่วนของผู้สอนและส่วนของผู้เรียน โดยช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดประสบการณ์เพื่อให้การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับตัวผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ ตามความต้องการ ความสามารถ และความสนใจ ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน (เกษมสันต์, 2540: 41-43)

ความสำคัญของสื่อการสอน

1. ช่วยแก้ปัญหาทางด้านความรู้พื้นฐานหรือภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
2. ช่วยให้ผู้สอนทำการสอนดีขึ้น ทำให้สามารถสอนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
3. สื่อการสอนสำเร็จรูป หรือชุดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ช่วยผู้เรียนที่อยู่ในสภาพด้อยโอกาสสามารถเรียนรู้ได้ทัดเทียมกับผู้มีโอกาสดีกว่า
4. การเพิ่มจำนวนของผู้เรียนมีมาก สื่อการสอนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการสอน เพื่อให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการในการเรียนของผู้เรียน

### บทบาทของสื่อการสอน

1. ช่วยจัดและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้
2. ช่วยควบคุมผู้เรียนให้มีปฏิริยาสัมพันธ์ในทิศทางที่พึงปรารถนา
3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แตกต่างกันไปตามเนื้อหาวิชา
4. ช่วยผู้สอนให้สามารถสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น
5. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น
6. ช่วยสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนและช่วยให้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน
7. ช่วยประทับความรู้สึก ความจำให้แก่ผู้เรียน
8. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นในเวลาเท่าเดิม
9. ช่วยส่งเสริมความคิดและการแก้ปัญหาในกระบวนการเรียนการสอน
10. ช่วยทำให้สิ่งที่ซับซ้อนง่ายขึ้น
11. ช่วยทำให้เกิดรูปแบบนามธรรม
12. ช่วยทำให้ขนาดของสิ่งที่ทำการเรียนรู้มีขนาดที่เหมาะสม
13. ช่วยเหลือสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็ว ช้าลง หรือสิ่งที่เคลื่อนไหวช้าเร็วขึ้น
14. ช่วยเหลือสิ่งที่ลึกลับ สิ่งที่อยู่ไกลมาแสดงได้
15. ช่วยทำให้ความคิดของผู้เรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

### ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้กับสื่อการสอน

การใช้สื่อในกระบวนการของการเรียนการสอนนั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ในขณะเดียวกันการเรียนรู้ของมนุษย์จะเป็นไปตามความสามารถในการรับรู้ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้และสื่อการสอน เพื่อให้การเลือกใช้สื่อการสอนประกอบในกระบวนการเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างเหมาะสมและได้ผลดี โดยมีแนวทางการพิจารณาดังนี้

1. ผู้เรียนแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัว การที่ผู้เรียนแต่ละคนมีสมรรถภาพของการรับรู้ และการตอบสนองแตกต่างกัน ดังนั้นในการนำสื่อการสอนมาใช้ต้องมีการพิจารณาเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะตัวของผู้เรียนแต่ละคน โดยพิจารณาเรื่อง

1.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน รวมทั้งลักษณะการจัดกลุ่ม หรือกิจกรรมการเรียนอื่นๆ

1.2 สภาพการจัดการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นได้

1.3 ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติมีส่วนร่วมและได้ตอบสนอง

2. การรับรู้พื้นฐานของการเรียนรู้กาเย (Gagne) ได้กล่าวไว้ว่า“ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ มีความรู้ความเข้าใจและมีโน้ตค้นในเรื่องต่างๆ อย่างกว้างขวางย่อมจะมีวิธีการในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่า” และ “ผู้เรียนที่มีความความพอใจในสิ่งที่รับรู้ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัส ย่อมเรียนรู้โน้ตค้นและหลักการต่างๆ ในเรื่องนั้นได้ง่ายกว่า” หมายถึงการรับรู้ความคิดและ

เจตคติมีความสัมพันธ์กัน หรืออาจกล่าวได้ว่า การรับรู้มีอิทธิพลต่อการคิดและเจตคติในการเรียนรู้และเจตคติในการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อการคิด ดังนั้นการเลือกใช้สื่อที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ต้องคำนึงถึงเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อสื่อ การใช้สื่อ หรือเทคนิควิธีการด้วย

3. ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติ หรือมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียนสูงสุด เมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนโดยตรง ดังนั้นการใช้สื่อการสอนให้ได้ผลต่อการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงควรได้ปฏิสัมพันธ์กับสื่ออื่นๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย

4. ประสิทธิภาพการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับผู้เรียนจากการที่สื่อการสอนเป็นการนำเสนอประสบการณ์เรียนรู้โดยผ่านทางระบบประสาทของการรับรู้ สื่อการสอนจึงมีใช้ทำหน้าที่เพียงแต่นำเสนอเนื้อหาการเรียนเท่านั้น แต่สื่อการสอนยังให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนตามคุณลักษณะเฉพาะของสื่อการสอนแต่ละชนิดได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นการจัดสื่อในกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรจัดให้เหมาะสมและสนองต่อความต้องการความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

5. เทคนิคการสอนและการนำเสนอต้องเหมาะสมในการใช้สื่อการสอนชนิดต่างๆ นำเสนอเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอนให้ได้ผลถึงจุดสูงสุดของจุดมุ่งหมายนั้น ผู้สอนจะต้องทำตนให้เหมือนกับนักแสดงที่กำลังเรียกร้องความสนใจจากผู้ชม ผู้สอนจะต้องจัดสื่อการสอนและระบบการสอนให้สัมพันธ์กับยุทธศาสตร์ เทคนิค และวิธีการ ของกระบวนการสอน และกระบวนการเรียนรู้ (Cognition) ของผู้เรียน

6. ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน คือ จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นไม่ได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในสื่อที่เรียนเท่านั้น แต่ควรมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วย ดังนั้นสื่อการสอนจึงต้องจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเช่นกัน

#### 2.4.3 ลักษณะของสื่อที่ดีสำหรับคนตาบอด

ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปตามจุดประสงค์ และมีประสิทธิภาพ คือ สื่อการสอน แต่จากการที่สื่อการสอนมีหลากหลายประเภท และแต่ละประเภทมีคุณลักษณะ คุณสมบัติ จุดเด่นหรือจุดด้อยที่แตกต่างกัน ผู้สอนจึงต้องตระหนักถึงเงื่อนไขการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมนั้นต้องพิจารณาจาก เนื้อหาวิชา ตัวผู้เรียน คุณลักษณะเฉพาะของสื่อ ตัวผู้สอนรวมทั้งความพร้อมด้านอื่นๆ อีกด้วย

สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมาก เป็นวัตถุหรือสิ่งที่นำมาใช้เป็นเครื่องช่วยทำให้การเรียนการสอนนักเรียนตาบอดน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน โดยการนำสื่อการเรียนสำหรับนักเรียนปกติมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพ และความต้องการของผู้เรียน โดยมีลักษณะของสื่อที่ดี ดังนี้ (สถาบันราชภัฏสวนดุสิต, 2536: 10-12)

1. ควรมีความแข็งแรงเพียงพอ เพราะเด็กจะใช้มือสัมผัสให้มากที่สุดเท่าที่เด็กอยากจะทำ
2. ควรมีขนาดพอเหมาะถ้าใหญ่เกินไปจะทำให้เด็กไม่เข้าใจว่าเป็นส่วนไหน
3. ควรมีรายละเอียดพอสมควร

4. สื่อบางอย่างสามารถใช้ประกอบการสอนได้หลายเรื่อง
5. เป็นสื่อที่สร้างความคิดรวบยอด (Concept) ที่ถูกต้องให้กับเด็ก เช่น ให้อวัยวะของทั้งผลมีใช้นามาเพียงบางส่วน

ซึ่งสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตาบอดมีประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้เกิดความคิดรวบยอด (Concept) ในเรื่องต่างๆ ได้ถูกต้อง
2. ช่วยสร้างจินตภาพในสมอง ทำให้เกิดความทรงจำที่ดี
3. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ในการทำงานของมือกับสมอง (สื่อประเภทสัมผัส)
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของรับรู้ข้อมูลจากการฟังหรืออ่านให้ชัดเจนขึ้น การสัมผัสในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการฟังหรืออ่านจากบทเรียนก็เช่นเดียวกับคนทั่วไปที่ใช้ภาพประกอบ
5. ช่วยให้เรียนรู้ในเรื่องที่ซับซ้อนที่ไม่สามารถสัมผัสของจริงได้ เช่น อวัยวะภายในของร่างกายและระบบการทำงาน
6. ช่วยให้มีสมาธิในบทเรียน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสัมฤทธิ์ผลตามจุดหมาย
7. กระตุ้นให้นักเรียนที่ตาบอดสนิทและที่เห็นเลือนรางมีความใฝ่เรียนมากขึ้น
8. ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้สื่อและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนบทเรียนต่อไปตามลำดับที่ยากขึ้น
9. ช่วยฝึกประสาทการรับรู้ที่เหลืออยู่ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน
10. ช่วยให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็นมีความเชื่อมั่นในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้จากสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่ง สามารถถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นกับผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง

#### 2.4.4 อุปกรณ์และเทคโนโลยีการเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด

อุปกรณ์เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ คือ อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ใดๆ ที่พัฒนาขึ้นหรือดัดแปลงผลิตภัณฑ์จากที่มีอยู่ในตลาดของคนปกติ ให้มีความเหมาะสมกับคนพิการที่จะนำไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ตรงกับความต้องการของผู้พิการและประเภทของความพิการ สามารถช่วยให้ทำกิจวัตรประจำวันได้และอุปกรณ์ที่ช่วยให้คนพิการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศได้โดยอาจจะอยู่ในรูปของฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือซอฟต์แวร์ (Software) เช่น เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีด้านโทรคมนาคม และเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

วันทนี (2540: 3) กล่าวว่า คนพิการทางการมองเห็นหมายถึงคนตาบอดคนที่มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนหูหนวกตาบอด ปัญหาของคนกลุ่มนี้คือ การมองไม่เห็นหรือมองเห็นเลือนราง ดังนั้น พวกเขาต้องการเครื่องมืออุปกรณ์ที่สามารถทดแทนสายตาของพวกเขาได้เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ อุปกรณ์ขั้นพื้นฐานที่สามารถพึ่งตนเองได้ ได้แก่ นาฬิกาพูดได้

เครื่องคิดเลขพกได้ เครื่องรับและจ่ายเงินอัตโนมัติ (Automatic Teller Machine: ATM) พกได้ เป็นต้น

การเตรียมสื่อการเรียนการสอนให้กับนักเรียนตาบอด มีความจำเป็นอย่างมากต้องเป็นสื่อที่มีลักษณะพิเศษตรงกับความต้องการของประเภทความพิการ ตลอดจนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยอาจจะอยู่ในรูปของฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือ ซอฟต์แวร์ (Software)

สื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่เป็นประโยชน์สำหรับคนตาบอดแบ่งประเภทได้ดังนี้  
สื่ออุปกรณ์การเรียนและผลิตสื่อการสอน

1. เครื่องเขียนอักษรเบรลล์ด้วยมือชนิดพกพา สเลทและสไตลัส (Slate and Stylus) สเลท (Slate) คือ แผ่นโลหะหรือแผ่นพลาสติกมีช่องกำหนดจุดสำหรับใช้เขียนอักษรเบรลล์และสไตลัส (Stylus) เป็นเหล็กปลายแหลมใช้แทนดินสอเจาะลงในช่องสเลท
2. หนังสืออักษรเบรลล์
3. หนังสือเสียงและหนังสือระบบเดซี
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. แป้นมีเสียง (Keyboard Talking) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกนักเรียนที่ไม่มีทักษะการใช้แป้นพิมพ์ให้เกิดทักษะ มีลักษณะเป็นกล่องเสียงที่เชื่อมกับคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลเป็นเสียงทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
6. ชุดเครื่องมือเรขาคณิตพร้อมแผ่นยางรองเขียน
7. วรเวียนสำหรับทำเส้นนูน
8. ลูกคิดสำหรับคนตาบอด
9. กระดานกราฟพร้อมหมุด
10. ลูกโลก, แผนที่โลก
11. สื่อภาพนูน
12. เครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์ (Braille) ใช้สำหรับพิมพ์อักษรเบรลล์
13. เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ (Braille Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และพิมพ์เป็นอักษรเบรลล์ได้ซึ่งในการเลือกเครื่องจะต้องพิจารณาในเรื่องความเร็ว และในการพิมพ์พิมพ์ได้หน้าเดียวหรือสองหน้าก็ได้
14. เครื่องอัดสำเนาภาพนูน (Thermoform Duplicator) ใช้ทำสำเนาภาพนูนหรือสื่อสิ่งพิมพ์อักษรเบรลล์
15. เครื่องอ่านหนังสือระบบเดซี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่านหนังสือเสียงระบบเดซี
16. เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์จากจอภาพ (Braille Display) เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์ใช้แสดงผลอักษรเบรลล์ได้ทีละบรรทัดตามตำแหน่งเคอร์เซอร์ที่คอมพิวเตอร์อยู่
17. เครื่องทำภาพนูนด้วยมือ (Mapping) เป็นเครื่องทำความร้อนโดยผู้ใช้งานสามารถเขียนหรือระบายภาพด้วยดินสอที่มีคาร์บอนมากๆ หรือจากการถ่ายเอกสารหรือพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์

ที่มีผลการบอกลงบนกระดานชนิดพิเศษ จากนั้นนำภาพผ่านเครื่องนี้ลายเส้นที่เป็นสีดำมันจะ  
 หนาขึ้นตามรูปตามเส้นสามารถสัมผัสสรอยนิ้วได้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะกล่าวถึงเฉพาะโปรแกรมที่ได้รับการออกแบบมาเฉพาะ มีหน้าที่  
 ดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมอ่านจอภาพ (Screen Reading Program) เป็นโปรแกรมที่สามารถ  
 แปลงข้อมูลบนจอภาพให้เป็นเสียงสังเคราะห์ เพื่ออ่านข้อความที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์  
 ปัจจุบันสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ทุกรูปแบบ เช่น JAWS for Windows และโปรแกรมตาทิพย์
2. โปรแกรมตาทิพย์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย ได้จัดทำ ซึ่งเป็นโปรแกรม  
 สังเคราะห์เสียงภาษาไทย ที่ช่วยให้คนตาบอดและผู้ที่มีข้อจำกัดในการใช้สายตาอ่านหนังสือ  
 สามารถใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ แสดงข้อมูลที่อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นเสียงพูด  
 ภาษาไทย
3. โปรแกรมขยายจอภาพ เป็นโปรแกรมขยายจอภาพ ทำหน้าที่ขยายตัวอักษรหรือ  
 รูปภาพจากจอคอมพิวเตอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น 2-16 เท่า เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคคล  
 ที่สายตาเลือนรางสามารถอ่านจอคอมพิวเตอร์ได้ เช่น Zoom Text
4. โปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลบนจอคอมพิวเตอร์ได้ทั้งตัวอักษร  
 สิ่งพิมพ์ หรือรูปภาพให้เป็นอักษรเบรลล์ เพื่อพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารโดยผ่านเครื่องพิมพ์อักษร  
 เบรลล์ เช่น Duxbury Braille และ Thai Braille Translation
5. โปรแกรมสแกนหนังสือ ใช้สแกนตัวหนังสือจากสิ่งพิมพ์ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถ  
 จัดเก็บในรูปคอมพิวเตอร์ได้ ลักษณะพิเศษสามารถเลือกข้อมูลที่ได้รับการสแกนเรียบร้อยแล้ว  
 ให้ออกมาเป็นเสียงหรือเป็นอักษรเบรลล์ได้ เช่น Open Book

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรพงศ์ (2549) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ส่วนช่วยสำหรับคนตาบอด เรื่อง  
 การใช้งานโปรแกรมอ่านจอภาพบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนตาบอด  
 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียน  
 ที่ตาบอดทั้งสองข้าง ยังไม่ได้เรียนการใช้งานโปรแกรมอ่านจอภาพ ผลการทดลองพบว่า นักเรียน  
 กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทดสอบก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เยาวรัตน์ (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดสอนแบบศูนย์การเรียนรู้  
 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  
 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 85.69/84.58

รัชนาท (2542) ได้ศึกษาทำการศึกษเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตหนังสืออ่านประกอบ  
 สำหรับคนตาบอด เรื่องรูปเรขาคณิต ชุดรูปเรขาคณิต สำหรับนักเรียนตาบอดที่มีอายุ 7-10 ปี

ผลปรากฏว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีผลคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาสนา (2542) ได้ศึกษาถึงความต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนตาบอดในประเทศไทย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจถึงเทคโนโลยีจากการสอนของครูและสื่อทางวิทยุและโทรทัศน์ เทคโนโลยีที่นักเรียนตาบอดต้องการใช้มีอุปกรณ์สื่อสารทางโทรศัพท์ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องสังเคราะห์เสียง เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์และโปรแกรมแปลงข้อมูลให้เป็นอักษรเบรลล์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ติดต่อกับผู้อื่น เพื่อสร้างเอกสารงานพิมพ์และเพื่อความบันเทิงของตนเอง และเป็นอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านการศึกษาโดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศ ปัญหาที่พบคือ ขาดครูผู้สอนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และอุปกรณ์ราคาแพง

อัศดาง (2541) ได้ศึกษาโปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรปกติโดยการพัฒนาโปรแกรมอักษรเบรลล์ภาษาไทยกลับเป็นอักษรปกติของคนตาดีซึ่งใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ และคนตาบอดสามารถพิมพ์อักษรเบรลล์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อักษรเบรลล์ (Braille'N Speak) มายังไมโครคอมพิวเตอร์และทำการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวลงในแฟ้มข้อมูล โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะอ่านอักษรเบรลล์จากแฟ้มข้อมูลเพื่อทำการแปลงให้เป็นอักษรปกติของคนตาดี และจัดเก็บข้อมูลที่แปลงแล้วลงในแฟ้มข้อมูลเพื่อทำการแปลงให้เป็นอักษรปกติของคนตาดี และจัดเก็บข้อมูลที่แปลงแล้วลงในแฟ้มข้อมูลชนิดข้อความ (Text File) ซึ่งโปรแกรมประมวลผลคำต่างๆ สามารถใช้งานแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ได้ โปรแกรมนี้ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ DOS และสามารถทำงานร่วมกับเครื่องสังเคราะห์เสียง CU Talk นอกจากนี้ยังสามารถทำงานกับอุปกรณ์อื่นได้อีกด้วย เช่น Screen Reader หรือ Braille Display

ทัศนีย์ (2541) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบแตกต่างกันพบว่าผู้เรียนที่มีเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะและแบบเกมมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

นิภาภรณ์ (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ปรากฏผลว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อัชยา (2538) ได้ทำการศึกษาผลของคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนซ่อมเสริมที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต (ประถม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร จำนวน 55 คน พบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น

สยาม (2542) ทำการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องคอมพิวเตอร์กับคนตาบอด ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ โดยศึกษาในกลุ่มนักเรียนตาบอดชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 8 คน จากการศึกษาจากผู้วิจัย พบว่าในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนไม่มีนักเรียนผู้ใดบรรลุวัตถุประสงค์ แต่หลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคอมพิวเตอร์กับคนตาบอด นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 87.5 ซึ่งผู้วิจัยสรุปผลไว้ว่า นักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้

Haugness (1988) ได้ศึกษาผลของการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Liu (1992) ได้ศึกษาการเรียนรู้ภาษาที่สองโดยการใช้ออบเจกต์ที่มีเสียงที่เป็นการนำเสนอในลักษณะใช้แผนภูมิเพื่อการสื่อความ (A Semantic Network Based Approach) ที่จะส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ สำหรับผู้เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง ผลการทดลองพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในการสอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียนเปลี่ยนแปลงไปก่อนเรียน และสอบหลังเรียน เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Barrie (2004) ทำการศึกษาเรื่อง E-learning and Students With Disabilities: From Outer Edge to Leading Edge ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ E-learning สำหรับคนพิการ โดยในการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ของคนพิการที่ใช้หลักการของ Universal Design ในการออกแบบเพื่อให้คนพิการและคนทั่วไปสามารถใช้ได้ จากการศึกษาพบว่า คนพิการสามารถเข้าถึงการใช้งานได้อย่างสะดวก มีความยืดหยุ่นในการเรียน สามารถเพิ่มทักษะความรู้ของผู้เรียนได้รวดเร็ว ประหยัดเวลา นอกจากนี้ ยังสามารถใช้กับคนตาบอดได้โดยใช้ร่วมกับโปรแกรมอ่านจอภาพ

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยในวิชาต่าง ๆ พบว่าทั้งนักเรียนสายตาปกติและนักเรียนตาบอดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีการวางแผนกระบวนการเรียนไว้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ดังนั้นนักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อมีการจัดสร้างสื่อที่มีความเหมาะสมกับลักษณะนักเรียนตาบอด ผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอดชั้น ออกแบบบทเรียนให้สอดคล้องกับนักเรียนตาบอด ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีเสียงบรรยายตลอดทั้งบทเรียน และเสียงในการบรรยายต้องพูดช้า ไม่เร็วเกินไป ออกเสียงถูกต้อง ชัดเจน มีจังหวะในการอ่าน และแบ่งวรรคตอน เพื่อให้นักเรียนใช้จินตนาการตามในการบรรยายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอดครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนตาบอด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ 3 ห้องเรียน รวมจำนวนทั้งสิ้น 28 คน โดยนำบทเรียนดังกล่าวมาให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาด้วยตนเองพร้อมทั้งนักเรียนต้องมีลูกคิดประกอบการเรียนบทเรียนนี้ด้วย อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้วิจัย กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์มีตามลำดับขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย
- 3.2 การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรชั้นประถมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการพุทธศักราช 2521 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พร้อมทั้งศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คู่มือครู จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เป็นต้น

3.1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 8 บทเรียนดังต่อไปนี้

- 3.1.2.1 เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน (สิ่งของหนึ่งสิ่ง)
- 3.1.2.2 เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน (สิ่งของหนึ่งกลุ่ม)
- 3.1.2.3 การทำเศษส่วนให้มีค่าตามที่กำหนดให้
- 3.1.2.4 การเปรียบเทียบเศษส่วน
- 3.1.2.5 เศษส่วนอย่างต่ำ
- 3.1.2.6 เศษส่วนเท่ากับจำนวนนับ
- 3.1.2.7 เศษส่วนแท้และเศษเกิน
- 3.1.2.8 จำนวนคละ

3.1.3 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ พัฒนาการ ลักษณะการใช้งาน ประโยชน์ ข้อจำกัด รูปแบบ การนำเสนอ คุณลักษณะที่สำคัญส่วนประกอบ ขั้นตอนการออกแบบ และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย รวมถึงสิ่งพิมพ์อื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ

3.1.4 ศึกษาเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ โปรแกรม Macromedia Authorware ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และโปรแกรมสำเร็จรูป Soundfuge ใช้สำหรับการอัดเสียง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ช่วยในการสนับสนุนสร้างบทเรียน

3.1.5 ศึกษาทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนตาบอด ได้แก่ การศึกษาหลักสูตรการจัดการศึกษาและหลักการเรียนการสอนของนักเรียนตาบอด ประเภทของเด็กตาบอด วิธีการรับรู้ การเรียนรู้ทางทัศนะและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และสิ่งพิมพ์

3.1.6 ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนตาบอด เช่น ออกแบบบทเรียนโดยมีเสียงบรรยายตลอดทั้งบทเรียน และสิ่งที่สำคัญ คือ บทความที่ใช้ประกอบการบรรยาย ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ก่อนมีการบันทึกเสียง เพื่อให้บทความที่ใช้ในบทเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งเสียงที่ใช้ในการบรรยายต้องพูดช้า ออกเสียงถูกต้อง ชัดเจน มีจังหวะในการอ่านและการแบ่งวรรคตอน ทำให้นักเรียนจินตนาการตามได้อย่างถูกต้อง ออกแบบวิธีการควบคุมบทเรียนโดยผ่านแป้นคีย์บอร์ด เพื่อให้นักเรียนตาบอดได้มีปฏิสัมพันธ์การโต้ตอบบทเรียนได้ และหลักการออกแบบขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร พื้นหลัง และรูปภาพ เป็นต้น

3.1.7 ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมิน เพื่อวัดความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารตำรา งานวิจัยและจากแบบประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งหัวข้อที่จะพิจารณาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

### 3.2 การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

3.2.2 กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยคือ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ 3 ห้องเรียน รวมจำนวน 28 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยมีขั้นตอนและรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือดังนี้

### 3.3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. ขั้นตอนเตรียมการ (Preparation) ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาและบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่มีอยู่ทั้งในหลักสูตรและนอกหลักสูตร

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน โดยทำการระบุรูปแบบลักษณะการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านเจตพิสัย (Affective Domain)

1.3 ทำการคัดเลือกเนื้อหาที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ขอบข่ายเนื้อหา ที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน

#### 2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design Instruction) และรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย

2.2 แบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนๆ หรือเป็นบทเรียนย่อยเรียงตามลำดับเนื้อหา

2.3 เขียนผังงาน (Flow Chart) ของการดำเนินบทเรียนพร้อมวางโครงร่างและนำโครงเรื่องเนื้อหา มาวางแผนการผลิต

2.4 นำเนื้อหาบทความมาเขียนเป็นสคริปต์ (Script)

2.5 นำบทความที่เขียนสคริปต์ (Script) เสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาบทเรียน และความเหมาะสมของการจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.6 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา

2.7 นำสคริปต์ (Script) ที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Macromedia Authorware 6.5 เป็นเครื่องมือในสร้างบทเรียน

#### 3. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เขียนสคริปต์ (Script) เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งย่อยเนื้อหาออกเป็น 8 บทเรียน ซึ่งแต่ละบทเรียนประกอบด้วย เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดเพิ่มเติม แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ทำการจัดพิมพ์สคริปต์ (Script) นี้ เป็นอักษรเบรลล์ทั้งหมด เพื่อให้

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคนตาบอดตรวจดูความสมบูรณ์ครบถ้วนของบทเรียนเนื้อหาทั้งหมด พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

### 3.2 บันทึกเสียงสคริปต์ (Script)

3.2.1 ผู้วิจัยนำสคริปต์ (Script) ไปบันทึกเสียงลงเทปคลาสเส็ท นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคนตาบอดฟังก่อน พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการบันทึกเสียงครั้งนี้ เช่น น้ำเสียงของการบรรยาย วิธีการพูด การออกเสียงให้ถูกต้อง ชัดเจน มีจังหวะในการพูด การแบ่งวรรคตอนของประโยค ซึ่งส่งผลให้นักเรียนตาบอดเรียนวิชาคณิตศาสตร์และใช้จินตนาการตามการบรรยายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.2.2 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วทำการบันทึกเสียงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Soundfoge 8.0 มีการปรับแต่งความสม่ำเสมอของน้ำเสียง และตัดต่อเสียงให้ตรงกับบทเรียนในแต่ละบทเรียน

3.3 สร้างเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด มีดังนี้

#### 3.3.1 ผู้วิจัยแบ่งแต่ละบทเรียนเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เนื้อหา ได้แก่ การแนะนำชื่อของบทเรียน คำแนะนำ คำชี้แจงการใช้บทเรียน ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยเนื้อหาจะแสดงเป็นหน้าต่าง เพื่อสะดวกในการเรียนแต่ละหน้าต่าง จะมีเสียงอธิบาย ซึ่งสามารถฟังซ้ำได้ และมีรูปภาพประกอบเพื่อให้ครูผู้สอน หรือผู้ช่วยเหลือสามารถให้ความช่วยเหลือผู้เรียนได้เมื่อหากมีการติดขัดในการเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนสามารถเรียนรับบทเรียนก่อนนำไปอธิบายให้ผู้เรียนฟังได้

ส่วนที่ 2 แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน ประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับความรู้วิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละบทเรียน โดยแบบฝึกหัดทำเป็นรูปแบบเติมคำตอบ ตอบได้ 2 ครั้ง หากตอบผิดจะแสดงผลโดยมีเสียง “ลองใหม่ซิค่ะ” หากตอบผิด 2 ครั้ง จะเฉลยคำตอบให้ แล้วข้ามไปข้อต่อไป หรือถ้าผู้เรียนต้องการตัวช่วยในแบบฝึกหัดข้อนั้น สามารถใช้ตัวช่วยแล้วกลับไปเติมคำตอบ แต่หากตอบถูกจะพูดว่า “ถูกต้องคะนักเรียน” แล้วข้ามไปทำข้อต่อไป ไม่มีการกำหนดเวลาในการตอบ นอกจากนี้หลังจากทำแบบฝึกหัดในแต่ละบทเรียนเสร็จแล้ว ถ้าผลการทำแบบฝึกหัดน้อยกว่า 50% ผู้เรียนสามารถไปทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรียนซ้ำในบทเรียนนั้น หรือไปเรียนบทเรียนใหม่ เพื่อเพิ่มเติมความเข้าใจของผู้เรียนได้

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบระหว่างเรียนประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบระหว่างบทเรียนเป็นรูปแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก ผู้เรียนมีโอกาสตอบได้ 1 ครั้ง ซึ่งแบบทดสอบนี้จะแสดงผล โดยมีเสียงจากบทเรียนพูดเฉลยคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผู้เรียนตอบผิด แต่หากตอบถูกจะพูดว่า “เก่งมากคะนักเรียน” “ถูกต้องคะ” และข้ามไปยังข้อต่อไป เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเสร็จ มีการสรุปคะแนนโดยมีเสียงบอกคะแนนให้นักเรียนฟังในทันที

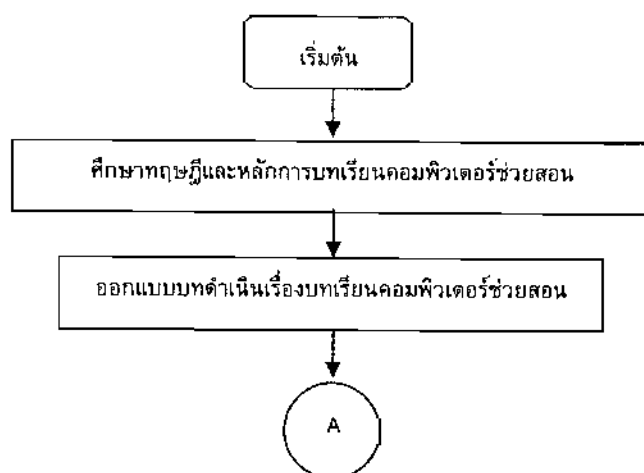
ส่วนที่ 4 แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 23 ข้อ สามารถตอบได้ 1 ครั้งเท่านั้น แบบทดสอบนี้แต่ละข้อจะอ่านโจทย์และตัวเลือกโจทย์ 1 ครั้ง นักเรียนสามารถฟังซ้ำได้ หลังจากทำแบบทดสอบเสร็จจะมีการสรุปคะแนนทันที การทำแบบทดสอบใช้เวลาประมาณ 60 นาที และนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบพร้อมกัน

### 3.3.2 ออกแบบปฏับัติการควบคุมบทเรียน

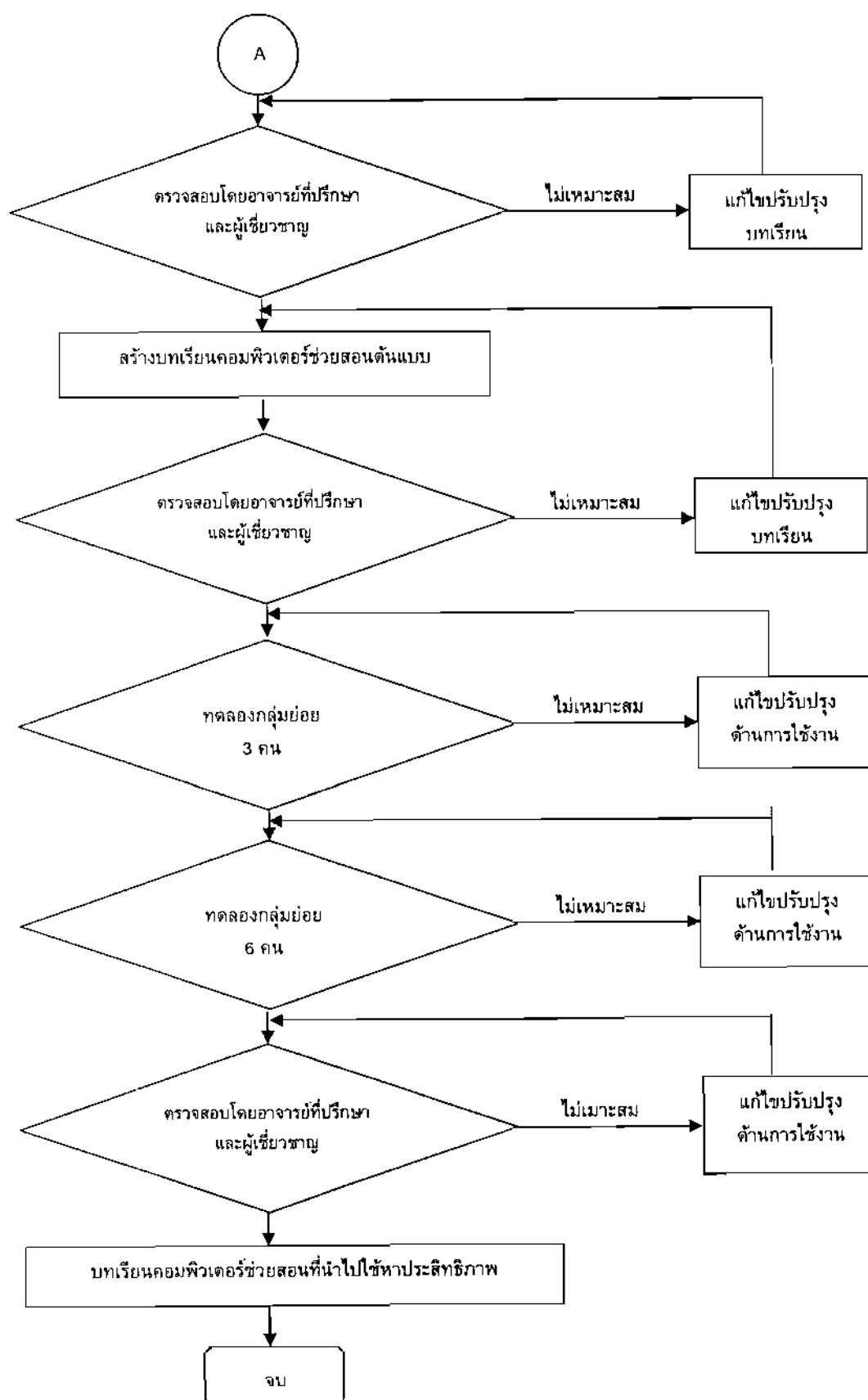
ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง โดยผ่านแป้นพิมพ์คีย์บอร์ดมีปฏับัติการควบคุมบทเรียน ดังนี้

- |                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| 1. ฟังซ้ำ (Play)                   | กด F1            |
| 2. หยุดฟังชั่วคราว (Pause)         | กด F2            |
| 3. ต้องการฟังต่อ                   | กด F2            |
| 4. ฟังหน้าถัดไป (Next)             | กด F3            |
| 5. ตัวช่วย (Help)                  | กด F4            |
| 6. ย้อนกลับของตัวช่วย (Back)       | กด F5            |
| 7. ออกจากบทเรียน (Exit)            | กด F12           |
| 8. ออกจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | กด Control และ Q |

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฟังเนื้อหาซ้ำ หยุดเสียงในการบรรยายชั่วคราว ฟังเนื้อหาต่อเข้าไปเนื้อหาหรือบทเรียนอื่นๆ ได้ และยังเข้าไปทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียนเมนูตัวช่วย และผู้เรียนสามารถออกจากบทเรียนได้ทันทีตลอดช่วงเวลาของการเรียนตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย



ภาพที่ 3-1 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-1 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากหนังสือและเอกสารที่ใช้ในการเรียนการสอนของ หมวดคณิตศาสตร์ และได้หัวข้อเนื้อหาตามที่กล่าวไว้ข้างต้น

2. วิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบเรียน โดยกำหนดเป็นหัวข้อย่อยจากนั้นจึงเขียนเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับการนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทำความเข้าใจกับเนื้อหาและเรียบเรียงให้ได้ใจความเหมาะสม อ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ง่าย

3. ศึกษารูปร่างหน้าจ่อ (Template) ของบทเรียนโดยพิจารณาจากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เริ่มตั้งแต่กำหนดพื้นหลังของบทเรียน สีและขนาดของตัวอักษร ขนาดของรูปภาพ กำหนดอักษรที่ใช้สำหรับควบคุมบทเรียน ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียนตาบอดพร้อมทั้งนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

4. ออกแบบผังงาน (Flowchart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของบทเรียน พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงบทเรียนตาม คำเสนอแนะ

5. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้นแบบ พร้อมทั้งทำในส่วนที่ต้องบันทึกเสียงด้วย มีทั้งเนื้อหา คำถามประกอบระหว่างเรียน นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของบทเรียน พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงบทเรียนตามคำเสนอแนะ

6. นำบทเรียนที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มย่อยครั้งที่ 1 กับนักเรียนตาบอดที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาแล้ว คือ นักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 3 คน จากการสุ่มนักเรียน 3 ห้องห้องละ 1 คน เพื่อตรวจสอบคำถาม คำตอบหรือจำแนกความถูกต้อง การอธิบายเนื้อหา และความสมบูรณ์ของบทเรียนต่อการใช้งานจริง ผู้วิจัยได้ ทำการสัมภาษณ์ข้อบกพร่องของบทเรียนเป็นรายบุคคล

ผลการทดลองมีข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นดังนี้

6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น เป็นการเรียนรู้แบบใหม่สำหรับนักเรียนตาบอด ทำให้ต้องให้คำแนะนำอย่างละเอียดโดยเฉพาะปุ่มคีย์บอร์ดที่ใช้ควบคุมและได้ตอบกับบทเรียน

6.2 บทเรียนไม่สามารถหยุดเสียงในการบรรยายชั่วคราวได้ ทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาในการเรียนมากเกินไป และบทเรียนนี้ไม่สามารถฟังการบรรยายซ้ำได้ จึงไม่มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนตาบอด

ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว ด้วยการเพิ่มเสียงการบรรยายคำแนะนำ วิธีการเรียน วิธีการใช้บทเรียน ปุ่มคีย์บอร์ดที่สำคัญที่ใช้ควบคุมบทเรียน พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่สามารถหยุดเสียงบรรยาย ฟังคำบรรยายต่อหรือฟังการบรรยายซ้ำได้ เพื่อให้มีความเหมาะสมและมีความสะดวกสำหรับนักเรียนตาบอดที่ นำไปใช้ทดลองในกลุ่มย่อยต่อไป

7. นำบทเรียนที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มย่อยครั้งที่ 2 หลังจากทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเรียบร้อยแล้ว โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา-ผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งจึงนำมาทดลองกับนักเรียนตาบอดชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 6 คน จากการสุ่มนักเรียน 3 ห้องห้องละ 2 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนต่อการใช้งานอีกครั้ง

ผลการทดลองมีข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นดังนี้

7.1 นักเรียนบางคนไม่มีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ ไม่สามารถจำปุ่มคีย์บอร์ดที่ใช้ควบคุมบทเรียนได้

7.2 มีเสียงรบกวนขณะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเครื่องที่อยู่ข้างๆ กัน

7.3 นักเรียนต้องการให้มีคำแนะนำวิธีการคิดคำนวณทุกข้อของแบบฝึกหัด เพื่อทบทวนวิธีการคิดคำนวณ การตั้งลูกคิดให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว ด้วยการเพิ่มเสียงบอกปุ่มคีย์บอร์ดที่ใช้ควบคุมบทเรียนก่อนทำแบบฝึกหัดทุกครั้ง และขณะเรียนให้นักเรียนทุกคนใส่หูฟังทุกครั้งเมื่อเริ่มเรียน สร้างบทเรียนโดยเพิ่มปุ่มควบคุมบทเรียนอีก 1 ปุ่ม คือ ปุ่มตัวช่วย จะมีอยู่ในทุกข้อของแบบฝึกหัดทุกบทเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เข้าไปรู้วิธีการคิดคำนวณและหลักการตั้งลูกคิดด้วย

8. แก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดเรียบร้อยแล้ว นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา-ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขปรับปรุงพร้อมตรวจสอบอีกครั้ง

9. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดผ่านการแก้ไขและปรับปรุงที่สมบูรณ์แล้ว ทำการติดตั้งในห้องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปดำเนินการวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผ่านการวิเคราะห์หาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นมาแล้ว

3.3.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยวิเคราะห์จากเนื้อหาตามหลักสูตร ชั้นประถมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการพุทธศักราช 2521 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3.3.2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและกำหนดเนื้อหา โดยใช้เนื้อหาจากวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบความเหมาะสมเบื้องต้นพร้อมปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.4 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดำเนินการพิมพ์ข้อสอบเป็นอักษรเบรลล์ เพื่อนำแบบทดสอบมาทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.3.2.5 วิเคราะห์ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกแบบทดสอบที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดตามตารางน้ำหนักคะแนน และให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียนที่กำหนดไว้ โดยขอบเขตของค่าความยากง่ายมีความหมายดังนี้

- 0.81-1.0 เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก
- 0.61-0.80 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย
- 0.41-0.60 เป็นแบบทดสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ
- 0.21-0.40 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก
- 0.00-0.20 เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

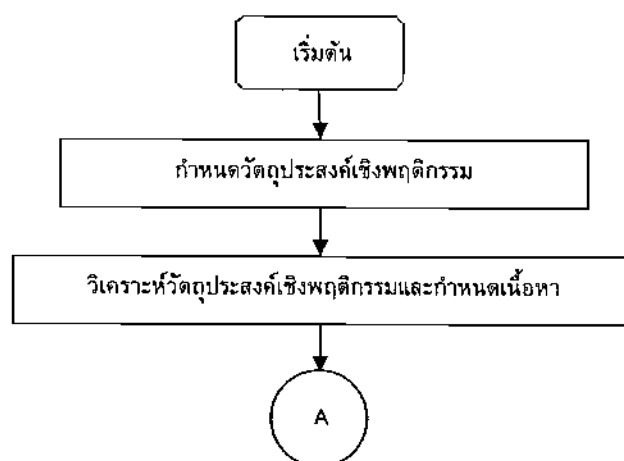
ดังนั้นในการเลือกค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ประมาณ 0.20-0.80 ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกมีความหมายดังนี้

- 0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพแบบทดสอบดีมาก
- 0.30-0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพแบบทดสอบดี
- 0.20-0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพแบบทดสอบพอใช้
- 0.00-0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพแบบทดสอบไม่ควรใช้

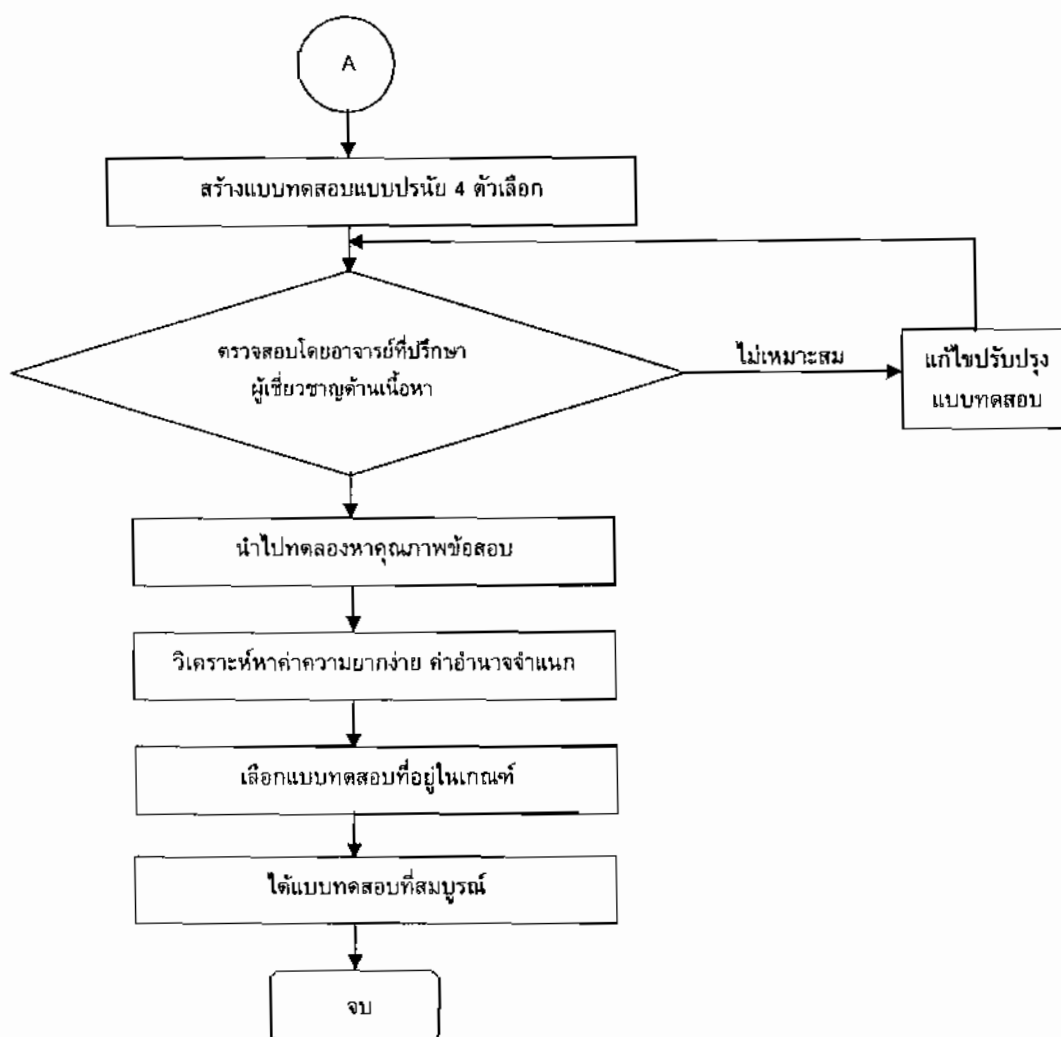
ค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับ คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3.2.7 จากแบบทดสอบ 45 ข้อ คัดเลือกที่ผ่านเกณฑ์มาจำนวน 23 ข้อ ที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียนมากที่สุด นำมาบรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีจำนวนข้อสอบเท่ากันและเหมือนกัน นำแบบทดสอบนี้ ปรีกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข ส่วนแบบทดสอบระหว่างเรียนได้มาจากส่วนที่เหลือจาก 22 ข้อ และพัฒนาแบบทดสอบเพิ่มเติมรวมเป็น 68 ข้อ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น

3.3.2.8 ได้แบบทดสอบที่สมบูรณ์นำไปดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 3-2 (ต่อ)

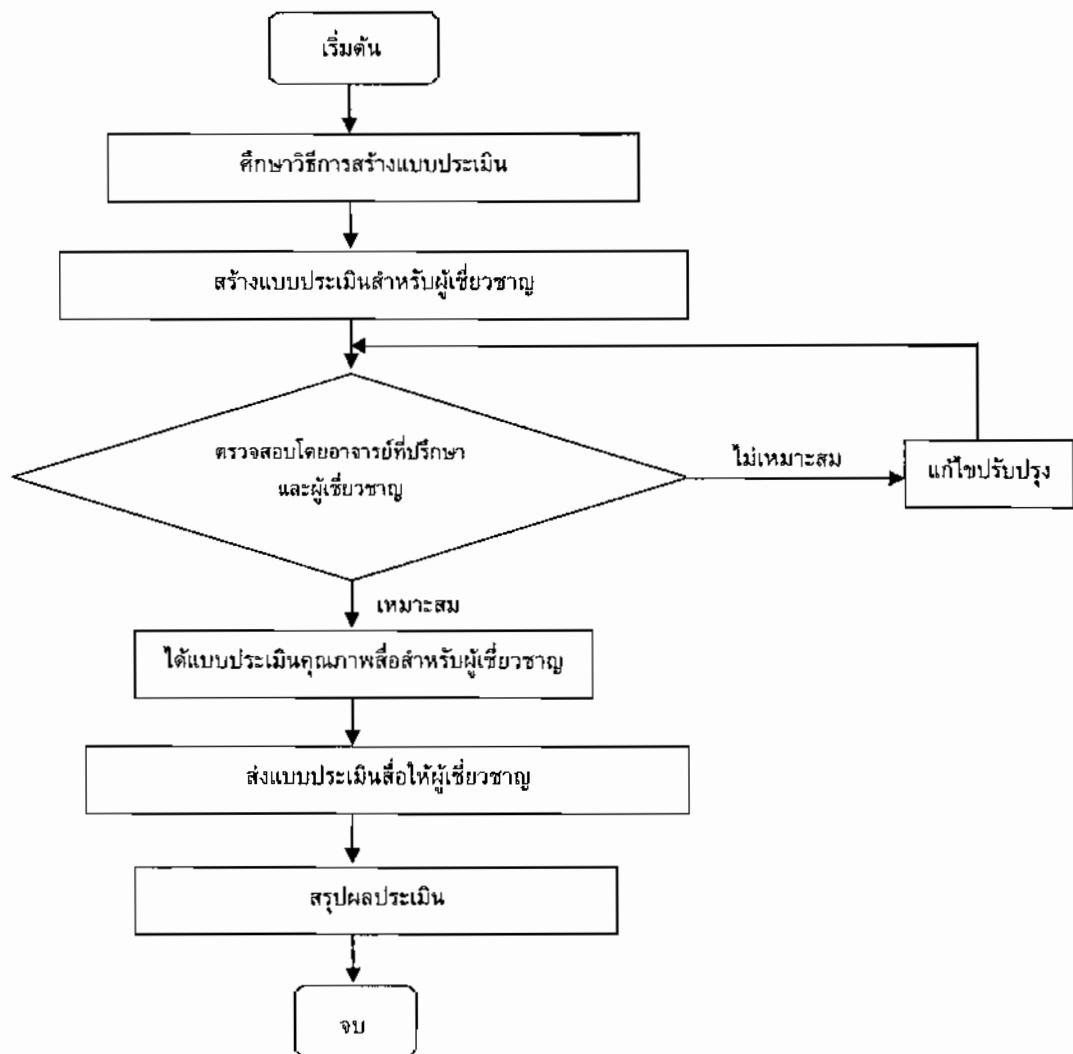
3.3.3 แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญโดยแบ่งหัวข้อที่จะพิจารณาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.3.1 ศึกษาข้อมูลต่างๆ ได้แก่ การสร้างแบบประเมินรูปแบบของแบบประเมิน วิธีการใช้งานและหาข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน สื่อการสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3.2 สร้างแบบประเมินฉบับร่างขึ้นเป็นการประเมินคุณภาพสื่อการสอน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.3.3 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

3.3.3.4 ทำแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินสื่อสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

### 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ เป็นสถานที่ในการทำวิจัย และนักเรียนทุกคนมีลูกคิดสำหรับใช้คิดคำนวณ พร้อมทั้งใส่หูฟังทุกครั้งที่เริ่มเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เพื่อป้องกันเสียงรบกวนในขณะเรียน

#### 3.4.1 การดำเนินการทดลองในการวิจัย

ให้นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด โดยเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง คือ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อนักเรียน 1 คน พร้อมลูกคิดคนละ 1-2 รางวัล และทุกคนเริ่มเรียนพร้อมกัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 4 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 15 ธันวาคม 2548 ถึงวันที่ 24 ธันวาคม 2548 โดยมีตารางการเรียนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 แสดงตารางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

| ครั้งที่ | วันที่       | กิจกรรมการเรียนรู้                | ใช้ระยะเวลา |
|----------|--------------|-----------------------------------|-------------|
| 1        | 15 ธ.ค. 2548 | ทำแบบทดสอบก่อนเรียน               | 1 ชั่วโมง   |
| 2        | 16 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่ 1 และบทเรียนที่ 2 | 1 ชั่วโมง   |
| 3        | 17 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่                   | 1 ชั่วโมง   |
| 4        | 18 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่                   | 1 ชั่วโมง   |
| 5        | 19 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่                   | 1 ชั่วโมง   |
| 6        | 22 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่ 6 และบทเรียนที่ 7 | 1 ชั่วโมง   |
| 7        | 23 ธ.ค. 2548 | เรียนบทเรียนที่ 8                 | 1 ชั่วโมง   |
| 8        | 24 ธ.ค. 2548 | ทำแบบทดสอบหลังบทเรียน             | 1 ชั่วโมง   |

3.4.2 นำผลที่ได้จากการทดลองมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสถิติ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

3.4.2.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Means) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

3.4.2.2 ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 1

สมมุติฐานข้อที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด 80/80

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด ทำได้โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 ที่กำหนดไว้

3.4.2.3 ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 2

สมมุติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3.4.2.4 แปลผลการวิจัย

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบที่ใช้ภายในบทเรียน

3.5.1.1 วิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบ (Level of Difficulty) (บุญธรรม, 2543: 355)

$$P = \frac{(R_H + R_L)}{N_H + N_L} \quad (3-1)$$

$P$  คือ ระดับความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

$R_H$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

$N_H$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่ง

$N_L$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าและการแปลความหมายมีดังต่อไปนี้

0.81-2.0 เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก

0.61-0.80 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย

0.41-0.60 เป็นแบบทดสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ

0.21-0.40 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก

0.00-0.20 เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

3.5.1.2 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination Power)

(บุญธรรม, 2543: 355)

$$R = \frac{(R_H - R_L)}{N_H \text{ or } N_L} \quad (3-2)$$

$R$  คือ ค่าอำนาจจำแนก

$R_H$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

$N_H$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่ง

$N_L$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าและการแปลความหมายมีดังต่อไปนี้

0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพแบบทดสอบดีมาก

0.30-0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพแบบทดสอบดี

0.20-0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพแบบทดสอบพอใช้

0.00-0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพแบบทดสอบไม่ควรใช้

3.5.1.3 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ลัวัน, 2538: 198)

$$R_{rr} = \frac{n}{n-1} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S_r^2} \right\} \quad (3-3)$$

$R_{rr}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  คือ จำนวนข้อสอบของแบบสอบ

$p$  คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของค่าที่ทำถูกกับคนทั้งหมด

$q$  คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ

$S_r$  คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นใกล้ +1.00 โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ควรจะมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

3.5.1.4 คะแนนเฉลี่ย (Mean) (บุญธรรม, 2543: 351)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-4)$$

$\bar{X}$  คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  คือ ผลรวมของค่าข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 1 จนถึง  $N$

$N$  คือ จำนวนข้อมูล

3.5.1.5 ค่าความแปรปรวน  $S^2$  (บุญธรรม, 2543: 349)

$$S^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \quad (3-5)$$

$S^2$  คือ ค่าความแปรปรวน

$\sum x$  คือ ผลรวมคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคน

$\sum x^2$  คือ ผลรวมคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคนยกกำลังสอง

$N$  คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

3.5.2 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย (ศิริโรจน์, 2541 : 50)

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

$$E_2 = \frac{\frac{(\sum Y)}{N} \times 100}{B}$$
(3-6)

$E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียนมัลติมีเดียคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ (พฤติกรรมที่วัดได้จากผู้เรียนหลังเรียนจบทุกบทเรียนระบบมัลติมีเดียคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน

$\sum Y$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียน

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียน

$N$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.5.3 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบค่าทีแบบจับคู่ (Matched-paired t-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (วัณญา, 2540: 213)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$
(3-7)

$D$  คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ (คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน)

$n$  คือ จำนวนคู่

3.5.4 การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียน (ประกอบ, 2542: 73)

ช่วงค่าน้ำหนัก 4.5-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับดีมาก

ช่วงค่าน้ำหนัก 3.5-4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับดี

ช่วงค่าน้ำหนัก 2.5-3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง

ช่วงค่าน้ำหนัก 1.5-2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับพอใช้

ช่วงค่าน้ำหนัก 1.0-1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับควรปรับปรุง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โดยบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีเสียงพูดบรรยายตลอดทั้งบทเรียน เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนตาบอด กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนตาบอดโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมจำนวน 28 คน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจากผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ปรากฏผลดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจากผู้เชี่ยวชาญ

| รายการ                | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (N) | ค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบสอบถาม ( $\bar{x}$ ) | ระดับความคิดเห็น |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------|------------------|
| ด้านเนื้อหา           | 5                     | 4.56                                     | ดี               |
| ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ | 5                     | 4.02                                     | ดี               |

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.56 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่ระดับ 4.02 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์ดีทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีเนื้อหาถูกต้องรูปแบบเหมาะสมที่จะใช้สอนได้ มีความเหมาะสมสำหรับลักษณะของนักเรียนตาบอด และยังมีข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 97-100)

4.1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

| รายการ                         | จำนวนนักเรียน (N) | ประสิทธิภาพของแบบทดสอบเป็นร้อยละ |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) | 28                | 85.13                            |
| คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2)    | 28                | 82.45                            |

จากตารางที่ 4-2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด มีประสิทธิภาพ 85.13/82.45 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน 80/80 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ได้ (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 106)

4.1.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-3

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย โดยใช้สถิติในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test : One-group Pretest-Posttest)

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

| รายการ         | จำนวนนักเรียน (N) | df | x     | ค่า t |
|----------------|-------------------|----|-------|-------|
| คะแนนก่อนเรียน | 28                | 27 | 9.32  | 25.01 |
| คะแนนหลังเรียน | 28                |    | 18.96 |       |

จากตารางที่ 4-3 จากการเปิดตาราง  $t$  ที่  $df$  เท่ากับ 27 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่า  $t$  เท่ากับ 25.01 ซึ่งสูงกว่าค่า  $t$  ตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น หรือสรุปได้ว่าหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยระบบมัลติมีเดีย นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 111-112)

## 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.56 และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 4.02 ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในระดับดี

4.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีประสิทธิภาพ 85.13/82.45 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4.2.3 หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย จำนวน 28 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ในการวิจัยครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่การศึกษาทฤษฎี หลักสูตร ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนตาบอด รายละเอียดหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ การวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบ การเขียนบทดำเนินเรื่องเนื้อหาการสอนเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5

การวิเคราะห์สมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 โดยนำผลรวมของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) และผลของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2) มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่เกณฑ์ 80/80

การวิเคราะห์สมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้คะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) มาเปรียบเทียบกันตามสูตร t-test Dependent

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด มีค่า 85.13/82.45 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มีประสิทธิภาพ สร้างผลสัมฤทธิ์ให้นักเรียนตาบอดทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่ระดับทางสถิติ .05

ดังนั้นสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด นักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น ผลลัพธ์ที่ออกมานักเรียนยอมรับว่าได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เพราะมีทั้งเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบท้ายบทเรียนในการฝึกทักษะ รวมทั้งยอมรับในสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ว่ามีผลต่อการเพิ่มพูนความรู้ในการเรียนอีกด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ จักรพงษ์ (2549: 97) ทำการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่องการใช้งานโปรแกรมอ่านจอภาพบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตาบอดที่วัดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลวิจัยครั้งนี้พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอดที่พัฒนาขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 คือ คิดจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 85.13/82.45 อาจมีสาเหตุดังนี้

1. การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอดนั้น มีการจัดทำอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนคือ ได้ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และได้กำหนดเนื้อหาตามหลักสูตรที่เหมาะสมกับกลุ่มทดลอง เนื้อหาของบทเรียนถูกย่อยออกเป็น 8 บทเรียน พร้อมทั้งมีเสียงบรรยายตลอดทั้งบทเรียน และแต่ละบทเรียนมีแบบฝึกหัด แบบฝึกหัดเพิ่มเติม และแบบทดสอบระหว่างเรียนที่ได้ผ่านการตรวจสอบและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว มีการทดลองใช้บทเรียนก่อนทำการสอนจริง เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้บทเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้ และมีความตั้งใจเรียน เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยเสียงบรรยายตลอดทั้งบทเรียนความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของจักรพงษ์ (2549: 91) ทำการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่องการใช้งานโปรแกรมอ่านจอภาพบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ปรากฏว่านักเรียนร้อยละ 90-100 ยังคงแสดงความกระตือรือร้น และสนใจในการเรียนตลอดเวลาในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนยังสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง โดยผ่านคีย์บอร์ดและเมาส์ นอกจากนี้แต่ละบทเรียนมีการเรียงลำดับของเนื้อหาจากน้อยไปหายาก มีการอธิบายหลักการตั้งลูกคิด เมื่อนักเรียนลืมวิธีการตั้งลูกคิดและสามารถ

ฟังซ้ำได้อีก มีการทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ ฝึกทักษะตาม ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) ในแบบฝึกหัดนักเรียนสามารถใช้แป้นพิมพ์คีย์บอร์ด ในการยืนยันคำตอบและในการตอบแต่ละครั้งไม่ว่านักเรียนตอบผิด-ถูก มีการเฉลยคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคิดและหลักการตั้งลูกคิดให้นักเรียนฟัง มีเสียงพูดว่า “เก่งมากคะนักเรียน” เพื่อแสดงความยินดีเมื่อนักเรียนตอบถูก แต่ถ้านักเรียนตอบผิดจะมีเสียงพูดว่า “ไม่เป็นไรค่ะ” เพื่อเป็นกำลังใจให้นักเรียนทำข้อต่อไป ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดี ไม่น่าเบื่อหรือหมดกำลังใจ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้เป็นพิเศษ

3. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีแบบฝึกหัด แบบฝึกหัดเพิ่มเติม แบบทดสอบระหว่างเรียนให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ สามารถแสดงผลว่านักเรียนตอบถูก หรือผิด แสดงผลคะแนนได้ทันที มีคำเฉลย คำชมเชย คำปลอบขวัญ เมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ มีตัวช่วยคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติม และนักเรียนสามารถเรียนบทเรียนเดิมซ้ำหรือบทเรียนใหม่ได้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียนี้เป็นสิ่งใหม่สำหรับผู้เรียน และเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจ จึงทำให้ผู้เรียนเกิด แรงจูงใจในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สังเกตได้ว่าบรรยากาศ ขณะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีความสนุกสนานตลอดทุกครั้ง ที่ได้เรียน และความสนุกสนานที่ผู้เรียนได้รับนั้นทำให้เกิดความตั้งใจในการเรียน ผู้เรียนที่มี พฤติกรรมตั้งใจสูงจะมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ รวีภา (2547: 57) พบว่านักเรียนที่เป็นออทิสติกเมื่อได้รับการเสริมแรง ทำให้นักเรียน มีความต้องการและกระตือรือร้นที่จะเรียนบทเรียนนั้น

5. จากการทดลองการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด คือ 85.13/82.45 วิชาคณิตศาสตร์ เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความเข้าใจ สามารถไปประยุกต์ใช้งานได้ แต่อาจเป็นเพราะว่า วิชา คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา ยังคงใช้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณอยู่ Winson (1971: 643) จึงทำให้ค่า E1 มากกว่า E2 และการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลานาน ทำให้นักเรียน เกิดความอ่อนล้า ส่งผลให้กระบวนการคิด จินตนาการในการเรียนไม่สมบูรณ์

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีข้อเสนอแนะดังนี้ คือ

ข้อเสนอแนะด้านการเรียนการสอน

1. การดำเนินการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด ควรมีการจัดเรียงลำดับของเนื้อหาจากง่ายและค่อยๆ เพิ่มความซับซ้อน

ของเนื้อหาขึ้น เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ง่าย แต่บทเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาเพียงอย่างเดียว เสียงที่ใช้ประกอบคำบรรยาย ควรมีจังหวะ การเว้นวรรคตอนในการพูด และเสียงในการบรรยายต้องไม่ช้าเกินไปหรือเร็วเกินไป เพราะมีผลต่อนักเรียนในด้านการคิดและจินตนาตามเสียงบรรยายนั้น

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการเสริมแรงนักเรียนในการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อนักเรียนตอบถูก บทเรียนพูดว่า “เก่งมากค่ะ” แต่หากตอบผิด บทเรียนพูดว่า “ยังไม่ถูกค่ะ ลองคิดใหม่อีกครั้งซิค่ะ” แต่ในกรณีเฉลยคำตอบเป็นการเฉลยคำตอบอย่างเดียวก่อนหน้านั้น ควรที่จะมีคำอธิบายวิธีการคิดคำนวณในคำตอบ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในข้อคำถามนั้นๆ ได้ และเสียงที่ใช้ประกอบบทเรียนเมื่อนักเรียนตอบผิด ควรเป็นเสียงที่ทำให้กำลังใจ นักเรียนไม่เกิดความอายเมื่อนักเรียนตอบผิด

3. จากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ ในบางบทเรียนมีเนื้อหาที่สามารถใช้สื่อของจริงมาประกอบการเรียนได้ (เสาวนีย์, 2528: 34) ควรที่จะให้นักเรียนตาบอดได้ใช้ประสาทสัมผัสทางมือและทางหูในการเรียนรู้ ตามหลักกระบวนการรับรู้และการคิดของนักเรียนตาบอด กล่าวคือนักเรียนตาบอดจะเกิดมโนภาพทางการเห็นได้ เมื่อมีการรับรู้ด้วยการสัมผัส การเคลื่อนไหว และการได้ยิน

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบ ควรมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาบทเรียนมาร่วมในการออกแบบบทเรียนเพื่อให้ได้บทเรียนที่ตรงตามความต้องการและระดับความสามารถของผู้เรียน และควรมีกิจกรรมหลายรูปแบบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเนื้อหาเดียวกันเพื่อให้ผู้เรียนไม่เบื่อ มีทางเลือกในการเรียนและยังเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรที่จะมีการค้นคว้าหรือวิจัยถึงขนาดความยาวของบทเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เพื่อให้ได้รูปแบบมาตรฐานและเป็นประโยชน์ต่อการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

2. ควรที่จะมีการส่งเสริมให้มีการสร้าง และใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียให้ครอบคลุมหลักสูตรรายวิชาทั้งหมดหรือวิชาอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและให้อิสระในการเรียนรู้วิชานั้นๆ

3. ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้มีการกำหนดเวลาให้นักเรียน ได้ทดลองทำการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 ครั้ง ซึ่งควรที่จะมีการปรับการทดลองให้เป็น 2 ช่วง ช่วงละ 4 ครั้ง แทนการทดลองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ เพราะจะทำให้ นักเรียนเกิดความอ่อนล้า ซึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปควรที่จะคำนึงถึงระยะเวลาในการทดลองของนักเรียนด้วยอีกประการหนึ่ง

4. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนตาบอด ควรศึกษาเนื้อหาหลักการออกแบบให้คอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งานมีการโต้ตอบกัน (Human Computer Interaction) พร้อมทั้งศึกษาการใช้งานของบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียนตาบอดด้วย เช่น วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องใช้ความเข้าใจประยุกต์ใช้งานได้ ควรต้องคำนึงถึงน้ำเสียง จังหวะในการพูดต้องไม่ช้าเกินไปหรือเร็วเกินไป การเว้นวรรคตอนให้จบประโยค เพื่อให้นักเรียนจินตนาการตามการบรรยายได้ทัน

5. ควรที่จะมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด ไปปรับปรุงใช้ในกลุ่มที่สอนตามปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.
- \_\_\_\_\_. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.
- กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
- \_\_\_\_\_. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
- \_\_\_\_\_. ประสิทธิภาพบทเรียน CAI. เอกสารประกอบการบรรยาย. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2540.
- \_\_\_\_\_. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.
- กองการศึกษาพิเศษ. แผนการศึกษาแห่งชาติกับการศึกษาพิเศษ. กรุงเทพมหานคร : กองการศึกษาพิเศษ, 2523.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษา และนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2540.
- \_\_\_\_\_. เทคโนโลยีการศึกษา และนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2543.
- \_\_\_\_\_. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- คณะกรรมการการผลิตสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอนเพื่อคนพิการ. แผนพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาสำหรับคนพิการ. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์, ม.ป.ป.

- จักรพงษ์ พิพิธภักดี. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่อง การการใช้งานโปรแกรมอ่านจอภาพบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชางานบริการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2549.
- แจ่ม แยมเอี่ยม. การใช้ทรัพยากรเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการดำเนินชีวิตของคนตาบอด. กรุงเทพมหานคร : คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2522.
- ชูชีพ อ่อนโกลสูง. จิตวิทยาเด็กออปกติ. กรุงเทพมหานคร : ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร วิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2527.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- ทัศนีย์ จันธนะไทยเอก. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- นิภาภรณ์ กล้าหาญ. การใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.
- นิสา กริทธิญ. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอวัยวะรองรับฟัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- นุชนาฏ จิตโกคา. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วาวิทยาสตรในระดับ มัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา มัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาสน์, 2537.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้ว การพิมพ์, 2543.
- ประคอง กรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ผดุง อารยะวิญญู. การศึกษาพิเศษในปัจจุบัน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร, 2523.
- \_\_\_\_\_. การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. กรุงเทพมหานคร : แวันแก้ว, 2528.

- พรทิพย์ อัจจิมารังสี. “มัลติมีเดียผู้ช่วยสร้างบทเรียนสำหรับครู.” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 10 (2537) : 233-245.
- พวงทอง ไสยวรรณ. การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ. พิษณุโลก : ภาควิชาการอนุบาลศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูพิษณุโลกสงคราม พิษณุโลก, 2528.
- เพชรรัตน์ กิตติวัฒนากุล. สภาพการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนตาบอดเรียนร่วม ในโรงเรียน ประถมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา ประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ภิรมยา อินทรกำแหง. องค์ประกอบการจัดการโรงเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : สารพัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ, 2535.
- มนต์ชัย เทียนทอง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรมครู – อาจารย์และนักฝึกอบรมเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารอาชีวและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.
- \_\_\_\_\_. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
- \_\_\_\_\_. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- มูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย. หนังสืออนุสรณ์ มิส เยเนวีฟ คอลฟีลด์ ครบ 252 ปี แห่งการถึงแก่อนิจกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด, 2540.
- เยาวรัตน์ คุณมั่ง. การสร้างชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- รวิภา เจริญยิ่ง. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนสำหรับนักเรียนตาบอดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแผนภูมิแท่ง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

- รัชนาท ศรีละมณตรี. การผลิตหนังสืออ่านประกอบสำหรับคนตาบอด เรื่องรูปเรขาคณิต.  
การศึกษาอิสระการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :  
สุวีริยาสาส์น, 2538.
- วรัญญา วิชาลาภรณ์. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา : หลักการและแนวทางปฏิบัติ.  
กรุงเทพมหานคร : ดันอ้อแกรมมี่, 2540.
- วันทนี พันธ์ชาติ. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. เอกสาร  
ประกอบการสัมมนาและนิทรรศการเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อคนพิการครั้งที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545.
- วาริ ธีระจิตร. การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2537.
- วาสนา เปล่งสมบัติ. ความต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนตาบอดในประเทศไทย.  
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2542.
- ศรียา นิยมธรรม และ ประภัสร นิยมธรรม. การสอนเพื่อบรรณธิการ. กรุงเทพมหานคร :  
สำนักพิมพ์อักษรบัณฑิต, 2520.
- ศิริจณ์ วัฒนา. การสร้างและหารประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย  
เรื่อง วงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- สกาวรัตน์ คุณาวิศรุต. ความพิการทางตาและการฟื้นฟูสมรรถภาพ ในเอกสารการสอน ชุด  
วิชาการดูแลบุคคลพิการ หน่วยที่ 1-7. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,  
2531.
- สถาบันราชภัฏสวนดุสิต. การฝึกฝนเพื่อฟื้นฟูบำบัด. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชา  
การศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต, 2536.
- สยาม คุณเศษ. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่องคอมพิวเตอร์  
สำหรับคนตาบอด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี  
ทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. การปฏิรูปการศึกษา : วาระแห่งชาติ  
จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 สู่การปฏิบัติ ยุทธศาสตร์ที่จะพา  
ประเทศพ้นวิกฤต. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2544.

- \_\_\_\_\_ . ข้อมูลการศึกษาแห่งชาติ ปีการศึกษา 2539-2541. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล, 2542.
- สำนักงานคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ. พระราชบัญญัติ การฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534. กรุงเทพมหานคร : กรมประชาสัมพันธ์, 2534.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. รายงานผลการสำรวจความพิการและภาวะทุพพลภาพ พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร : สำนักสถิติพยากรณ์สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2546.
- สุชา จันทน์เอม และ สุรางค์ จันทน์. จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.
- สุวิมล อุดมพิริยศักดิ์. คู่มือการเลี้ยงดูเด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็นสำหรับผู้ปกครอง. กรุงเทพมหานคร : กรมประชาสัมพันธ์, 2538.
- เสาวนีย์ สีขาบบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. คู่มือการจัดการศึกษาพิเศษ. กรุงเทพมหานคร : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2523.
- อรอนงค์ เย็นอุทก. เอกสารคำสอนรายวิชา จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนเด็กพิเศษ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทวัชรินทร์การพิมพ์, 2538.
- อธยา ภูมิ. ผลของคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนซ่อมเสริมที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- อศดา มุลศรี. โปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรปกติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541.

## ภาษาอังกฤษ

- Barrie O'Connor. E-learning and Students with Disabilities : From Outer Edge to Leading Edge : institute of Disability Studies, Deakin University. [online] 2004. [cited 2005 October 5]. Available from: <http://www.hbs.deakin.edu.au/ids>
- Gearheart, Bill R. and Weishahn, M. W. The Handicapped Student in the Regular Classroom. London: the C.V. Mosby Company, 1980.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. 3<sup>rd</sup> ed. New York : McGraw-Hill Book Co., 1973.

- Hallahan, Daniel P. and Kauffman, James M. Exceptional Childent : Introduction to Special Education. New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1978.
- Haugness, C. A. "Effect of Computer – assisted Instruction on Secondary Reading Students." Dissertation Abstract International. 48 (1988) : 2046-A.
- Lowenfeld, B. The visually handicapped child in school. New York : John Day, 1973.
- Lui Min. "The Effect of Hypermedia – assisted Instruction on Second Language Learning: A Sematic - network - based Approach." Dissertation Abstract International. 53(4), (October, 1992) : 1134.
- Winson, James W. "Secondary School Mathematics," Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning edited by Benjamins Bloom. U.S.A.: McGraw Hill, 1971.
- Wright, Pamela A. "Study of Computer Assisted Instruction for Remediation in Asthmatics on the Secondary Level." Dissertation Abstracts International. 45 (October 1984): 1063-A.

#### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- แบบประเมินการหาความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน

### ด้านเนื้อหา

- |                                |                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์มารีนา วงษ์เงินยวง   | หัวหน้าฝ่ายวิชาการ<br>โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ                                                |
| 2. อาจารย์สุลัดดา เพ็ญวัฒนภูมิ | หัวหน้างานดูแลนักเรียนที่มีความต้องการ<br>พิเศษเรียนร่วม<br>โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระบรมอุปถัมภ์ |
| 3. อาจารย์ชลธิชา หนูรอด        | หัวหน้าฝ่ายวิชาการ<br>ศูนย์การศึกษาพิเศษเขตการศึกษา<br>จังหวัดสุพรรณบุรี                       |
| 4. อาจารย์กัญญาณัฐ ทองใบ       | ผู้จัดการโรงเรียนการศึกษาคนตาบอดและ<br>คนตาบอดพิการซ้ำซ้อน ลพบุรี                              |
| 5. อาจารย์สุมาลี พรอมบาง       | หัวหน้าฝ่ายวิชาการ<br>โรงเรียนวัดนิมมานรดี สำนักงานเขตภาษีเจริญ                                |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน

**ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**

- |                                 |                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์รักศักดิ์ ชัยัญจนสกุล | หัวหน้าฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาการศึกษา<br>โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ                                        |
| 2. อาจารย์โกมล มลวิชา           | หัวหน้าศูนย์เทคโนโลยีการศึกษาคนตาบอด<br>มูลนิธิธรรมมิกชนเพื่อคนตาบอดแห่งประเทศไทย<br>ในพระบรมราชูปถัมภ์ |
| 3. อาจารย์พรรณา นรินทร          | หัวหน้าฝ่ายสื่อและเทคโนโลยี<br>ศูนย์การศึกษาพิเศษส่วนกลาง<br>กรุงเทพมหานคร                              |
| 4. อาจารย์นงนุช นามแสง          | หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์<br>โรงเรียนนวมินทร์                                                             |
| 5. Mr.J.Kirk Horton             | ผู้แทนระดับภาคพื้นเอเชีย/แปซิฟิก<br>องค์การระหว่างชาติฮิลตันเพอร์กินส์                                  |

ที่ ศธ 0525 3/ 149



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพหลโยธิน แขวงจตุจักร กทม. 10800

จ. กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วย นางสาวนงนุช ศิลป์ประกอบ นักศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ ผศ.ดร.ประนอม อุดกฤษฎ์ เป็นประธานกรรมการ ผศ.ไพศาล หุ่นแก้ว เป็นกรรมการ และ อ.ดร.เบญจพร ลีธรรมภรณ์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์เพื่อโปรดประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธธอร์ พรมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

โทรศัพท์ / โทรสาร 0-2587-8256



ที่ ศธ 0625 3/ 1๔๙

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม 10800

๙ กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วย นางสาวนงนุช ตีลปประกอบ นักศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนตาบอด" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ ผศ.ดร.ประนอม อุดกฤษฎ์ เป็นประธานกรรมการ ผศ.ไพศาล หุ่นแก้ว เป็นกรรมการ และ อ.ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมภรณ์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์เพื่อโปรดประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

โทรศัพท์ / โทรสาร 0-2587-8256

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา  
การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนตาบอด

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น  
ตามความหมายของระดับประมาณค่าของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสิน  
คุณภาพเป็น 5 ระดับดังนี้

|   |         |                  |
|---|---------|------------------|
| 5 | หมายถึง | ดีมาก            |
| 4 | หมายถึง | ดี               |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง          |
| 2 | หมายถึง | พอใช้            |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุงแก้ไข |

| รายการประเมิน                                            | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|----------------------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                                                          | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
|                                                          | 5                | 4  | 3       | 2     | 1           |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง                         |                  |    |         |       |             |
| 1.1 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน                           |                  |    |         |       |             |
| 1.2 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา                         |                  |    |         |       |             |
| 1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                   |                  |    |         |       |             |
| 1.4 การจัดเรียงลำดับของบทเรียน                           |                  |    |         |       |             |
| 1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับ ผู้เรียน               |                  |    |         |       |             |
| 1.6 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดกับระดับผู้เรียน              |                  |    |         |       |             |
| 1.7 ความเหมาะสมของแบบทดสอบระหว่างบทเรียนกับระดับผู้เรียน |                  |    |         |       |             |
| 1.8 ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับระดับผู้เรียน               |                  |    |         |       |             |
| 2. ด้านการใช้ภาษา เสียงและภาพ                            |                  |    |         |       |             |
| 2.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้บรรยายประกอบบทเรียน          |                  |    |         |       |             |
| 2.2 การบรรยายทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น         |                  |    |         |       |             |
| 2.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบบทเรียน                |                  |    |         |       |             |
| 2.4 เสียงที่ใช้มีความสอดคล้องกับบทเรียน                  |                  |    |         |       |             |
| 2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบบทเรียน                |                  |    |         |       |             |
| 2.6 ระดับความดังของเสียงมีความสม่ำเสมอตลอดบทเรียน        |                  |    |         |       |             |
| 2.7 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ                     |                  |    |         |       |             |
| 3. ด้านผู้เรียน                                          |                  |    |         |       |             |
| 3.1 เนื้อหา                                              |                  |    |         |       |             |
| 3.1.1 ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อยู่เสมอ       |                  |    |         |       |             |
| 3.1.2 ผู้เรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์                     |                  |    |         |       |             |
| 3.1.3 ช่วยเสริมความเข้าใจในการศึกษาของผู้เรียน           |                  |    |         |       |             |
| 3.2 ทักษะ                                                |                  |    |         |       |             |
| 3.2.1 ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียน                       |                  |    |         |       |             |
| 3.2.2 เตือนให้ระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว                 |                  |    |         |       |             |

| รายการประเมิน                                        | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|------------------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                                                      | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
|                                                      | 5                | 4  | 3       | 2     | 1           |
| 3.3 เจตคติ                                           |                  |    |         |       |             |
| 3.3.1 ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์   |                  |    |         |       |             |
| 3.3.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน                     |                  |    |         |       |             |
| 3.3.3 ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน |                  |    |         |       |             |
| 4. เวลาเรียน                                         |                  |    |         |       |             |
| 4.1 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้บทเรียนแต่ละบทเรียน      |                  |    |         |       |             |
| 4.2 ความเหมาะสมของวิธีโต้ตอบกับบทเรียน               |                  |    |         |       |             |
| 4.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง          |                  |    |         |       |             |
| 4.4 ความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ใช้ตลอดบทเรียนทั้งหมด   |                  |    |         |       |             |

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่...../...../.....

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ  
การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนตาบอด

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น  
ตามความหมายของระดับประมาณค่าของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสิน  
คุณภาพเป็น 5 ระดับดังนี้

|   |         |                  |
|---|---------|------------------|
| 5 | หมายถึง | ดีมาก            |
| 4 | หมายถึง | ดี               |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง          |
| 2 | หมายถึง | พอใช้            |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุงแก้ไข |

| รายการประเมิน                                                | ระดับความคิดเห็น |         |              |            |                  |
|--------------------------------------------------------------|------------------|---------|--------------|------------|------------------|
|                                                              | ดีมาก<br>5       | ดี<br>4 | ปานกลาง<br>3 | พอใช้<br>2 | ควรปรับปรุง<br>1 |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง                             |                  |         |              |            |                  |
| 1.1 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน                               |                  |         |              |            |                  |
| 1.2 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา                             |                  |         |              |            |                  |
| 1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                       |                  |         |              |            |                  |
| 1.4 การจัดเรียงลำดับของบทเรียน                               |                  |         |              |            |                  |
| 1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับ ผู้เรียน                   |                  |         |              |            |                  |
| 1.6 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดกับระดับผู้เรียน                  |                  |         |              |            |                  |
| 1.7 ความเหมาะสมของแบบทดสอบระหว่าง<br>บทเรียนกับระดับผู้เรียน |                  |         |              |            |                  |
| 1.8 ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับระดับผู้เรียน                   |                  |         |              |            |                  |
| 2. ด้านการใช้ภาษา เสียงและภาพ                                |                  |         |              |            |                  |
| 2.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้บรรยายประกอบ<br>บทเรียน          |                  |         |              |            |                  |
| 2.2 การบรรยายทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น             |                  |         |              |            |                  |
| 2.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบ<br>บทเรียน                |                  |         |              |            |                  |
| 2.4 เสียงที่ใช้มีความสอดคล้องกับบทเรียน                      |                  |         |              |            |                  |
| 2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบบทเรียน                    |                  |         |              |            |                  |
| 2.6 ระดับความดังของเสียงมีความสม่ำเสมอ<br>ตลอดบทเรียน        |                  |         |              |            |                  |
| 2.7 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ                         |                  |         |              |            |                  |
| 3. การใช้งาน                                                 |                  |         |              |            |                  |
| 3.1 สื่อบทเรียนนี้เป็นทางเลือกใหม่ในการเรียนรู้              |                  |         |              |            |                  |
| 3.2 ความน่าสนใจของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์<br>ช่วยสอน          |                  |         |              |            |                  |
| 3.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อบทเรียน                 |                  |         |              |            |                  |
| 3.4 ส่งเสริมการเรียนรู้การสอนกับผู้เรียน                     |                  |         |              |            |                  |
| 3.5 ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง                  |                  |         |              |            |                  |
| 3.6 สามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา                            |                  |         |              |            |                  |
| 3.7 ความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ใช้ตลอดบทเรียน<br>ทั้งหมด       |                  |         |              |            |                  |

| รายการประเมิน                | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                              | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
|                              | 5                | 4  | 3       | 2     | 1           |
| 3.8 มีความเหมาะสมกับผู้เรียน |                  |    |         |       |             |

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่...../...../.....

แบบประเมินการหาความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ  
การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนตาบอด

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้น สามารถวัดตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน เกณฑ์การพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

- +1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง
- 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง
- 1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม<br>(Objectives)                                                                                                                       | ข้อคำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                             | คะแนน |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                      | +1    | 0 | -1 |
| 1. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง<br>คำบรรยายรูปและเศษส่วนได้                                                                                                          | 1. มีกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าพับแบ่งเป็น<br>7 ส่วนเท่าๆ กันใช้กระดาษ หายปะ 2 ส่วน<br>คิดเป็น $\frac{2}{7}$ นำกลับมาพับใหม่เป็น 28<br>นักเรียนคิดว่าส่วนที่ปะกระดาษหาย<br>เป็นเศษส่วนตรงกับข้อใด<br>1. $\frac{5}{28}$ 2. $\frac{8}{28}$<br>3. $\frac{10}{28}$ 4. $\frac{14}{28}$ |       |   |    |
| 2. เมื่อกำหนดเศษส่วนเป็น<br>พหุคูณของตัวส่วนเดิม<br>หรือตัวส่วนเดิมเป็น<br>พหุคูณของตัวส่วนที่<br>กำหนดให้สามารถเขียน<br>ให้เป็นเศษส่วนที่มีค่า<br>เท่าเดิมได้ |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |   |    |
| 3. เปรียบเทียบเศษส่วนที่มี<br>ตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |   |    |
| 4. ทำเศษส่วนที่กำหนดให้<br>เป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้                                                                                                              | 2. มีลูกอมทั้งหมด 108 เม็ดแบ่งออกเป็นกอง<br>ได้ 12 กองเท่าๆ กัน รับประทานหมด 5<br>กอง จงหาว่าถ้าไม่แบ่งเป็นกอง จะคิดลูกอม<br>ส่วนที่รับประทานไปเป็น<br>เศษส่วนเท่าไร<br>1. $\frac{45}{108}$ 2. $\frac{60}{108}$<br>3. $\frac{108}{60}$ 4. $\frac{120}{108}$                          |       |   |    |
| 5. คำนวณหาจำนวนนับที่มี<br>ค่าเท่ากับจำนวนนับได้                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |   |    |
| 6. จำแนกชนิดของเศษส่วน<br>ว่าเป็นจำนวนคละ เศษ<br>ส่วนแท้ เศษเกิน และ<br>เศษส่วนอย่างต่ำได้                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |   |    |
| 7. เขียนเศษส่วนเกินให้อยู่<br>ในรูปจำนวนคละหรือ<br>จำนวนคละให้อยู่ในรูป<br>เศษเกินได้                                                                          | 3. $\frac{9}{19} = \frac{\square}{95}$ ตัวเลขในช่องว่างมีค่าตรงกับข้อใด<br>1. 25                      2. 35<br>3. 45                      4. 65                                                                                                                                      |       |   |    |
|                                                                                                                                                                | 4. $\frac{13}{40} = \frac{\square}{200}$<br>1. 65                      2. 50<br>3. 13                      4. 11                                                                                                                                                                     |       |   |    |
|                                                                                                                                                                | 5. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{48}{96}$<br>1. $\frac{1}{2}$ 2. $\frac{7}{12}$<br>3. $\frac{12}{8}$ 4. 2                                                                                                                                                                                 |       |   |    |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม<br>(Objectives) | ข้อคำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | คะแนน |   |    |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | +1    | 0 | -1 |
|                                          | <p>6. <math>\frac{64}{72} = \frac{16}{\square}</math> ตัวส่วนที่หายไปคือข้อใด</p> <p>1. 8                      2. 16</p> <p>3. 18                     4. 36</p>                                                                                                                                                             |       |   |    |
|                                          | <p>7. จงเปรียบเทียบ <math>\frac{3}{7}</math> และ <math>\frac{21}{56}</math> ควรเติมเครื่องหมายใด</p> <p>1. น้อยกว่า            2. น้อยกว่าหรือเท่ากับ</p> <p>3. มากกว่า             4. เท่ากับ</p>                                                                                                                          |       |   |    |
|                                          | <p>8. จงเปรียบเทียบ <math>\frac{11}{9}</math> และ <math>\frac{13}{8}</math> ควรเติมเครื่องหมายใด</p> <p>1. น้อยกว่า            2. น้อยกว่าหรือเท่ากับ</p> <p>3. มากกว่า             4. เท่ากับ</p>                                                                                                                          |       |   |    |
|                                          | <p>9. จงเปรียบเทียบข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด</p> <p>1. <math>\frac{1}{2}</math> น้อยกว่า <math>\frac{3}{5}</math>    2. <math>\frac{4}{7}</math> มากกว่า <math>\frac{14}{21}</math></p> <p>3. <math>\frac{9}{12}</math> เท่ากับ <math>\frac{3}{12}</math>    4. <math>\frac{1}{2}</math> มากกว่า <math>\frac{5}{8}</math></p> |       |   |    |
|                                          | <p>10. การเปรียบเทียบข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>1. <math>\frac{48}{56}</math> เท่ากับ <math>\frac{6}{7}</math>    2. <math>\frac{63}{81}</math> เท่ากับ <math>\frac{7}{9}</math></p> <p>3. <math>\frac{4}{9}</math> เท่ากับ <math>\frac{24}{54}</math>    4. <math>\frac{75}{125}</math> เท่ากับ <math>\frac{4}{5}</math></p>   |       |   |    |
|                                          | <p>11. 32 ตรงกับเศษส่วนในข้อใด</p> <p>1. <math>\frac{98}{3}</math>                      2. <math>\frac{156}{5}</math></p> <p>3. <math>\frac{182}{6}</math>                    4. <math>\frac{224}{7}</math></p>                                                                                                             |       |   |    |
|                                          | <p>12. 18 ตรงกับเศษส่วนในข้อใด</p> <p>1. <math>\frac{146}{8}</math>                      2. <math>\frac{162}{9}</math></p> <p>3. <math>\frac{199}{11}</math>                    4. <math>\frac{206}{12}</math></p>                                                                                                          |       |   |    |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม<br>(Objectives) | ข้อคำถาม                                                                                                                               | คะแนน |   |    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                          |                                                                                                                                        | +1    | 0 | -1 |
|                                          | 13. ข้อใดไม่ใช่เศษส่วนอย่างต่ำ<br>1. $\frac{18}{35}$ 2. $\frac{22}{57}$<br>3. $\frac{23}{92}$ 4. $\frac{31}{123}$                      |       |   |    |
|                                          | 14. $\frac{117}{169}$ ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้เท่าไร<br>1. $\frac{9}{13}$ 2. $\frac{9}{17}$<br>3. $\frac{11}{13}$ 4. $\frac{11}{17}$   |       |   |    |
|                                          | 15. $\frac{114}{209}$ ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้ตรงกับข้อใด<br>1. $\frac{5}{9}$ 2. $\frac{6}{11}$<br>3. $\frac{7}{13}$ 4. $\frac{9}{17}$ |       |   |    |
|                                          | 16. $\frac{108}{192}$ ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้เท่าไร<br>1. $\frac{9}{16}$ 2. $\frac{9}{15}$<br>3. $\frac{12}{21}$ 4. $\frac{21}{12}$   |       |   |    |
|                                          | 17. ข้อใดเป็นเศษส่วนแท้<br>1. $\frac{89}{98}$ 2. $\frac{47}{74}$<br>3. $\frac{68}{63}$ 4. $\frac{57}{48}$                              |       |   |    |
|                                          | 18. ข้อใดไม่ใช่เศษเกิน<br>1. $\frac{71}{63}$ 2. $\frac{56}{65}$<br>3. $\frac{84}{65}$ 4. $\frac{91}{57}$                               |       |   |    |
|                                          | 19. ข้อใดเป็นจำนวนคละทุกจำนวน<br>1. $\frac{38}{6}$ และ $\frac{45}{9}$ 2. $3\frac{5}{9}$ และ $7\frac{4}{7}$                             |       |   |    |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม<br>(Objectives) | ข้อคำถาม                                                                                                                                       | คะแนน |   |    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                          |                                                                                                                                                | +1    | 0 | -1 |
|                                          | 3. $1\frac{5}{7}$ และ $\frac{36}{9}$ 4. $2\frac{1}{9}$ และ 86                                                                                  |       |   |    |
|                                          | 20. $\frac{155}{7}$ ทำให้เป็นจำนวนคละได้เท่าไร<br>1. $21\frac{1}{7}$ 2. $21\frac{6}{7}$<br>3. $22\frac{1}{7}$ 4. $22\frac{2}{7}$               |       |   |    |
|                                          | 21. $\frac{206}{21}$ ทำให้เป็นจำนวนคละได้<br>เท่ากับข้อใด<br>1. $6\frac{7}{21}$ 2. $7\frac{10}{21}$<br>3. $8\frac{11}{21}$ 4. $9\frac{17}{21}$ |       |   |    |
|                                          | 22. ข้อใดเป็นเศษเกินของ $16\frac{4}{9}$<br>1. $\frac{52}{9}$ 2. $\frac{148}{9}$<br>3. $\frac{148}{16}$ 4. $\frac{150}{9}$                      |       |   |    |
|                                          | 23. $13\frac{4}{15}$ ทำให้เป็นเศษเกินได้เท่ากับ<br>ข้อใด<br>1. $\frac{67}{15}$ 2. $\frac{73}{15}$<br>3. $\frac{184}{13}$ 4. $\frac{199}{15}$   |       |   |    |

#### ภาคผนวก ข

- การประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- การประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- การประเมินการหาความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ
- การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- แสดงการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างบทเรียน แต่ละบทเรียน (E1) ของผู้เรียน
- ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา  
จำนวน 5 ท่าน

| เรื่องที่ประเมิน                                         | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   |   | $\bar{x}$ |
|----------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|-----------|
|                                                          | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 |           |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง                         |                   |   |   |   |   |           |
| 1.1 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน                           | 4                 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.4       |
| 1.2 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา                         | 4                 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.4       |
| 1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                   | 4                 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6       |
| 1.4 การจัดเรียงลำดับของบทเรียน                           | 5                 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4.4       |
| 1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน                | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 1.6 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดกับระดับผู้เรียน              | 5                 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |
| 1.7 ความเหมาะสมของแบบทดสอบระหว่างบทเรียนกับระดับผู้เรียน | 4                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |
| 1.8 ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับระดับผู้เรียน               | 5                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.8       |
| 2. ด้านการใช้ภาษา เสียงและภาพ                            |                   |   |   |   |   |           |
| 2.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้บรรยายประกอบบทเรียน          | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 2.2 การบรรยายทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี             | 4                 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4       |
| 2.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบบทเรียน                | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 2.4 เสียงที่ใช้มีความสอดคล้องกับบทเรียน                  | 4                 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.6       |
| 2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบบทเรียน                | 4                 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6       |
| 2.6 ระดับความดังของเสียงมีความสม่ำเสมอตลอดบทเรียน        | 5                 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4.4       |
| 2.7 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่น่าเสนอ                    | 4                 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4.4       |
| 3. ด้านผู้เรียน                                          |                   |   |   |   |   |           |
| 3.1 เนื้อหา                                              |                   |   |   |   |   |           |
| 3.1.1 ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอยู่เสมอ        | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 3.1.2 ผู้เรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์                     | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 3.1.3 ช่วยเสริมความเข้าใจในการศึกษาของผู้เรียน           | 4                 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6       |
| 3.2 ทักษะ                                                |                   |   |   |   |   |           |
| 3.2.1 ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียน                       | 4                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

| เรื่องที่ประเมิน                                     | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |      |      |      |      | $\bar{x}$ |
|------------------------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|-----------|
|                                                      | 1                 | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 3.2.2 เดือนให้ระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว             | 5                 | 4    | 4    | 4    | 5    | 4.4       |
| 3.3 เจตคติ                                           |                   |      |      |      |      |           |
| 3.3.1 ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์   | 5                 | 5    | 4    | 4    | 5    | 4.6       |
| 3.3.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน                     | 4                 | 5    | 5    | 4    | 5    | 4.6       |
| 3.3.3 ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน | 4                 | 5    | 5    | 4    | 5    | 4.6       |
| 4. เวลาเรียน                                         |                   |      |      |      |      |           |
| 4.1 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้บทเรียนแต่ละบทเรียน      | 4                 | 5    | 4    | 4    | 5    | 4.4       |
| 4.2 ความเหมาะสมของวิธีได้ตอบกับบทเรียน               | 4                 | 5    | 4    | 4    | 5    | 4.4       |
| 4.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง          | 4                 | 4    | 5    | 4    | 5    | 4.4       |
| 4.4 ความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ใช้ตลอดบทเรียนทั้งหมด   | 4                 | 5    | 4    | 4    | 5    | 4.4       |
| $\bar{x}$                                            | 4.22              | 4.78 | 4.59 | 4.41 | 4.81 | 4.56      |

| ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ |                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1            | : เป็นสื่อการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนมาก สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้<br>: เสียงที่ใช้ในการบรรยายชัดเจนดี                                                                           |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2            | : เสียงที่ใช้ในการบรรยายหรืออธิบายการสอนดังลูกคิดพูดซ้ำเกินไปในบางบทเรียน                                                                                                           |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3            | : ภาพประกอบบทเรียนเรื่องการตั้งลูกคิดควรมีภาพประกอบบทเรียน<br>: การที่นักเรียนใช้ตัวช่วยในการอธิบาย ควรมีการกำหนดปุ่มคีย์บอร์ดเพื่อให้ นักเรียนสามารถหยุดเสียงในการอธิบายเนื้อหาได้ |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4            | : เนื้อหาบางบทเรียนมีเนื้อหาน้อยเกินไป                                                                                                                                              |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5            | : เนื้อหา มีความเหมาะสมให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น<br>: ผู้เรียนสามารถนำไปเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง                                                                           |

ตารางที่ ข-2 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน

| เรื่องที่ประเมิน                                         | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   |   | $\bar{x}$ |
|----------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|-----------|
|                                                          | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 |           |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง                         |                   |   |   |   |   |           |
| 1.1 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน                           | 5                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.8       |
| 1.2 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา                         | 4                 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6       |
| 1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                   | 4                 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6       |
| 1.4 การจัดเรียงลำดับของบทเรียน                           | 5                 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน                | 5                 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |
| 1.6 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดกับระดับผู้เรียน              | 5                 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.8       |
| 1.7 ความเหมาะสมของแบบทดสอบระหว่างบทเรียนกับระดับผู้เรียน | 4                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |
| 1.8 ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับระดับผู้เรียน               | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 2. ด้านการใช้ภาษา เสียงและภาพ                            |                   |   |   |   |   |           |
| 2.1 ความถูกต้องของภาษาที่บรรยายประกอบบทเรียน             | 5                 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 2.2 การบรรยายทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี             | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 2.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบบทเรียน                | 5                 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |
| 2.4 เสียงที่ใช้มีความสอดคล้องกับบทเรียน                  | 5                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.8       |
| 2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบบทเรียน                | 4                 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6       |
| 2.6 ระดับความดังของเสียงมีความสม่ำเสมอตลอดบทเรียน        | 4                 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.4       |
| 2.7 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ                     | 4                 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.4       |
| 3. การใช้งาน                                             |                   |   |   |   |   |           |
| 3.1 สื่อบทเรียนนี้เป็นทางเลือกใหม่ในการเรียนรู้          | 5                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5         |
| 3.2 ความน่าสนใจของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน          | 5                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5         |
| 3.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อ                    | 4                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 3.4 ส่งเสริมการเรียนรู้การสอนกับผู้เรียน                 | 5                 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.8       |
| 3.5 ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้                       | 4                 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.6       |

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

| เรื่องที่ประเมิน                                       | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |      |      |      |      | $\bar{x}$ |
|--------------------------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|-----------|
|                                                        | 1                 | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 3.6 สามารถทบทวนบทเรียนได้                              | 5                 | 5    | 5    | 4    | 5    | 4.8       |
| 3.7 ความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ใช้ตลอด<br>บทเรียนทั้งหมด | 5                 | 5    | 5    | 4    | 5    | 4.8       |
| 3.8 มีความเหมาะสมกับผู้เรียน                           | 5                 | 5    | 4    | 5    | 5    | 4.8       |
| $\bar{x}$                                              | 3.89              | 3.96 | 4.07 | 3.96 | 4.22 | 4.02      |

| ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ |                                                                                                                        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1            | : การใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลังเหมาะสมกับผู้เรียน<br>: ขนาดของตัวอักษรควรให้มีขนาดเท่ากันทั้งบทเรียน                  |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2            | : เสียงประกอบการตอบถูก และการตอบผิดเสียงดังมากเกินไป<br>: เทคนิคการสรุปคะแนนและเก็บข้อมูลของผู้เรียนดี                 |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3            | : ข้อมูลบางหน้าควรมีการหยุดเสียงบรรยายได้ เช่น เมื่อนักเรียนเข้าไป<br>ในหน้าตัวช่วยนักเรียนไม่สามารถหยุดเสียงบรรยายได้ |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4            | : ภาพของเนื้อหาบางบทเรียนควรขยายใหญ่ได้<br>: แบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวนมากไป                                             |
| ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5            | : ภาพประกอบในเนื้อหาบ่อย<br>: แบบทดสอบมีจำนวนข้อมากและใช้เวลานาน                                                       |

ตารางที่ ข-3 ผลการประเมินการหาความเที่ยงตรงของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 ท่าน

| วัตถุประสงค์<br>ข้อที่ | ข้อสอบ<br>ข้อที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   |   | $\Sigma R$ | IOC |
|------------------------|------------------|----------------------|---|---|---|---|------------|-----|
|                        |                  | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 |            |     |
| 1                      | 1                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 2                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 3                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 2                      | 4                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 5                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 6                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 7                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 3                      | 8                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 9                | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 10               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 0 | 5          | 0.8 |
|                        | 11               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 4                      | 12               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 13               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 14               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 15               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 16               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 17               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 4          | 1   |
|                        | 18               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 19               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 5                      | 20               | 1                    | 0 | 1 | 1 | 1 | 4          | 0.8 |
|                        | 21               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 22               | 1                    | 0 | 1 | 1 | 1 | 4          | 0.8 |
|                        | 23               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 24               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 25               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 26               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 27               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 6                      | 28               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

| วัตถุประสงค์<br>ข้อที่ | ข้อสอบ<br>ข้อที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   |   | $\Sigma R$ | IOC |
|------------------------|------------------|----------------------|---|---|---|---|------------|-----|
|                        |                  | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 |            |     |
|                        | 29               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 30               | 1                    | 1 | 1 | 0 | 1 | 4          | 0.8 |
|                        | 31               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 32               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 33               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 34               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
| 7                      | 35               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 36               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 37               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 38               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 39               | 1                    | 0 | 1 | 1 | 0 | 5          | 0.6 |
|                        | 40               | 1                    | 1 | 0 | 1 | 1 | 4          | 0.8 |
|                        | 41               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 42               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 43               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 5          | 1   |
|                        | 44               | 1                    | 1 | 1 | 1 | 0 | 4          | 0.8 |
|                        | 45               | 1                    | 1 | 0 | 1 | 1 | 4          | 0.8 |

ข้อสอบมีค่าดัชนีมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบมีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.5 ให้ตัดทิ้งไปทำให้มีข้อสอบ นำไปใช้ทดสอบหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 45 ข้อ

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ  $IOC$  = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 $\sum R$  = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด  
 $N$  = จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

ตารางที่ ข-4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D)

แบบทดสอบ (Tryout) จำนวน 45 ข้อ

| ข้อที่ | P    | R    | ความยากง่าย  | การจำแนก      |
|--------|------|------|--------------|---------------|
| 1      | 0.33 | 0.33 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดี       |
| 2      | 0.42 | 0.67 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดีมาก    |
| 3      | 0.25 | 0.67 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดีมาก    |
| 4      | 0.17 | 0.33 | ยากมาก       | จำแนกดี       |
| 5      | 0.50 | 0.67 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดีมาก    |
| 6      | 0.08 | 0.33 | ยากมาก       | จำแนกดี       |
| 7      | 0.42 | 0.67 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดีมาก    |
| 8      | 0.25 | 0.00 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกได้ไม่ดี |
| 9      | 0.33 | 0.33 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดี       |
| 10     | 0.33 | 0.67 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดีมาก    |
| 11     | 0.25 | 0.33 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดี       |
| 12     | 0.25 | 0.33 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดี       |
| 13     | 0.33 | 0.00 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกได้ไม่ดี |
| 14     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 15     | 0.33 | 0.67 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดีมาก    |
| 16     | 0.17 | 0.67 | ยากมาก       | จำแนกดีมาก    |
| 17     | 0.17 | 0.67 | ยากมาก       | จำแนกดีมาก    |
| 18     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 19     | 0.67 | 0.00 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดี       |
| 20     | 0.42 | 0.00 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกได้ไม่ดี |
| 21     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 22     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 23     | 0.58 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 24     | 0.33 | 0.33 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดี       |
| 25     | 0.42 | 0.00 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกได้ไม่ดี |
| 26     | 0.58 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 27     | 0.17 | 0.33 | ยากมาก       | จำแนกดี       |
| 28     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดี       |
| 29     | 0.42 | 0.67 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดีมาก    |
| 30     | 0.25 | 0.67 | ค่อนข้างยาก  | จำแนกดีมาก    |
| 31     | 0.17 | 0.33 | ยากมาก       | จำแนกดี       |
| 32     | 0.50 | 0.67 | ยากพอเหมาะ   | จำแนกดีมาก    |

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

| ข้อที่ | P    | R    | ความยากง่าย | การจำแนก   |
|--------|------|------|-------------|------------|
| 33     | 0.08 | 0.33 | ยากมาก      | จำแนกดี    |
| 34     | 0.25 | 0.67 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดี    |
| 35     | 0.50 | 0.33 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดี    |
| 36     | 0.42 | 0.67 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดีมาก |
| 37     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดี    |
| 38     | 0.08 | 0.33 | ยากมาก      | จำแนกดี    |
| 39     | 0.42 | 0.67 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดีมาก |
| 40     | 0.50 | 0.67 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดีมาก |
| 41     | 0.25 | 0.67 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 42     | 0.17 | 0.33 | ยากมาก      | จำแนกดี    |
| 43     | 0.50 | 0.33 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดี    |
| 44     | 0.33 | 1.00 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 45     | 0.42 | 0.33 | ยากพอเหมาะ  | จำแนกดี    |

จากแบบทดสอบ จำนวน 45 ข้อ คัดเลือกที่ผ่านเกณฑ์มาจำนวน 23 ข้อ ที่ครอบคลุม  
วัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียนมากที่สุด นำมาบรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย  
เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร KR-20 จากโปรแกรม Simple Items  
Analysis (SIA) คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Kuder-Richarson Reliability Statistics) ใช้สูตร  
KR-20 ได้ค่า  $r_{tt}$  เท่ากับ 0.878

ตารางที่ ข-5 แสดงการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียน (E1)

ของผู้เรียน 28 คน

| คนที่     | บทเรียนที่ |       |       |       |       |       |       |       | คะแนน<br>รวม<br>(68) | E1<br>(%) |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-----------|
|           | 1(4)       | 2(4)  | 3(10) | 4(10) | 5(10) | 6(10) | 7(10) | 8(10) |                      |           |
| 1         | 2          | 3     | 8     | 10    | 8     | 9     | 10    | 7     | 57                   | 83.82     |
| 2         | 2          | 2     | 9     | 9     | 8     | 10    | 7     | 8     | 55                   | 80.88     |
| 3         | 3          | 2     | 10    | 7     | 9     | 9     | 8     | 9     | 57                   | 83.82     |
| 4         | 4          | 3     | 7     | 8     | 9     | 8     | 8     | 10    | 57                   | 83.82     |
| 5         | 4          | 3     | 8     | 9     | 10    | 9     | 9     | 9     | 61                   | 89.71     |
| 6         | 2          | 4     | 10    | 9     | 8     | 8     | 9     | 7     | 57                   | 83.82     |
| 7         | 3          | 4     | 8     | 9     | 10    | 10    | 9     | 9     | 62                   | 91.18     |
| 8         | 3          | 2     | 9     | 10    | 9     | 8     | 7     | 8     | 56                   | 82.35     |
| 9         | 4          | 3     | 8     | 10    | 8     | 9     | 7     | 9     | 58                   | 85.29     |
| 10        | 3          | 3     | 9     | 9     | 9     | 9     | 8     | 9     | 59                   | 86.77     |
| 11        | 3          | 4     | 9     | 7     | 9     | 7     | 8     | 10    | 57                   | 83.82     |
| 12        | 2          | 2     | 9     | 9     | 9     | 9     | 9     | 9     | 58                   | 85.29     |
| 13        | 2          | 3     | 9     | 8     | 9     | 8     | 9     | 8     | 56                   | 82.35     |
| 14        | 3          | 3     | 10    | 8     | 10    | 8     | 10    | 9     | 61                   | 89.71     |
| 15        | 3          | 4     | 8     | 9     | 7     | 8     | 10    | 7     | 56                   | 82.35     |
| 16        | 4          | 3     | 10    | 10    | 9     | 7     | 7     | 8     | 58                   | 85.29     |
| 17        | 3          | 4     | 10    | 9     | 10    | 9     | 8     | 9     | 62                   | 91.18     |
| 18        | 4          | 2     | 8     | 9     | 8     | 8     | 8     | 10    | 57                   | 83.82     |
| 19        | 3          | 3     | 8     | 10    | 9     | 8     | 9     | 9     | 59                   | 86.77     |
| 20        | 3          | 3     | 9     | 9     | 9     | 8     | 9     | 7     | 57                   | 83.82     |
| 21        | 2          | 2     | 9     | 8     | 7     | 9     | 9     | 9     | 55                   | 80.88     |
| 22        | 3          | 3     | 10    | 9     | 8     | 8     | 7     | 8     | 56                   | 82.35     |
| 23        | 3          | 2     | 8     | 8     | 8     | 10    | 7     | 9     | 55                   | 80.88     |
| 24        | 4          | 3     | 10    | 10    | 9     | 8     | 8     | 9     | 61                   | 89.71     |
| 25        | 2          | 3     | 9     | 8     | 10    | 9     | 8     | 10    | 59                   | 86.77     |
| 26        | 3          | 2     | 8     | 9     | 8     | 9     | 9     | 9     | 57                   | 83.82     |
| 27        | 3          | 3     | 9     | 8     | 8     | 10    | 9     | 8     | 58                   | 85.29     |
| 28        | 2          | 3     | 10    | 8     | 9     | 9     | 10    | 9     | 60                   | 88.24     |
| $\sum X$  | 82         | 81    | 249   | 246   | 244   | 241   | 236   | 242   | 1621                 | 2383.8    |
| $\bar{X}$ | 2.93       | 2.89  | 8.89  | 8.79  | 8.71  | 8.61  | 8.23  | 8.64  | 57.89                | 85.13     |
| ร้อยละ    | 73.25      | 72.25 | 88.90 | 87.90 | 87.10 | 86.10 | 82.30 | 86.40 | 85.13                | 85.13     |

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ  
มัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด

| คนที่ | คะแนนแบบทดสอบระหว่าง<br>บทเรียนแต่ละบทเรียน (E1)<br>รวม 68 คะแนน | คะแนนหลังเรียนบทเรียน (E2)<br>รวม 23 คะแนน | ค่าประสิทธิภาพของ<br>แบบทดสอบ |       |
|-------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-------|
|       |                                                                  |                                            | (E1)                          | (E2)  |
| 1     | 57                                                               | 18                                         | 83.82                         | 78.26 |
| 2     | 55                                                               | 21                                         | 80.88                         | 91.30 |
| 3     | 57                                                               | 21                                         | 83.82                         | 91.30 |
| 4     | 57                                                               | 18                                         | 83.82                         | 78.26 |
| 5     | 61                                                               | 19                                         | 89.71                         | 82.61 |
| 6     | 57                                                               | 20                                         | 83.82                         | 86.96 |
| 7     | 62                                                               | 21                                         | 91.18                         | 91.30 |
| 8     | 56                                                               | 18                                         | 82.35                         | 78.26 |
| 9     | 58                                                               | 18                                         | 85.29                         | 78.26 |
| 10    | 59                                                               | 18                                         | 86.77                         | 78.26 |
| 11    | 57                                                               | 20                                         | 83.82                         | 86.96 |
| 12    | 58                                                               | 18                                         | 85.29                         | 78.26 |
| 13    | 56                                                               | 17                                         | 82.35                         | 73.91 |
| 14    | 61                                                               | 19                                         | 89.71                         | 82.61 |
| 15    | 56                                                               | 19                                         | 82.35                         | 82.61 |
| 16    | 58                                                               | 20                                         | 85.29                         | 86.96 |
| 17    | 62                                                               | 19                                         | 91.18                         | 82.61 |
| 18    | 57                                                               | 19                                         | 83.82                         | 82.61 |
| 19    | 59                                                               | 18                                         | 86.77                         | 78.26 |
| 20    | 57                                                               | 20                                         | 83.82                         | 86.96 |
| 21    | 55                                                               | 18                                         | 80.88                         | 78.26 |
| 22    | 56                                                               | 18                                         | 82.35                         | 78.26 |
| 23    | 55                                                               | 18                                         | 80.88                         | 78.26 |
| 24    | 61                                                               | 19                                         | 89.71                         | 82.61 |
| 25    | 59                                                               | 21                                         | 86.77                         | 91.30 |
| 26    | 57                                                               | 18                                         | 83.82                         | 78.26 |
| 27    | 58                                                               | 19                                         | 85.29                         | 82.61 |
| 28    | 60                                                               | 19                                         | 88.24                         | 82.61 |
| N=28  | รวม                                                              |                                            | 85.13                         | 82.45 |

ตารางที่ ข-7 แสดงค่าการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนตาบอด

| คนที่  | คะแนนก่อนเรียน<br>(X) | คะแนนหลังเรียน<br>(Y) | ผลต่าง<br>(Y-X)=D | (ผลต่าง) <sup>2</sup><br>D <sup>2</sup> |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| 1      | 8                     | 18                    | 10                | 100                                     |
| 2      | 11                    | 21                    | 10                | 100                                     |
| 3      | 10                    | 21                    | 11                | 121                                     |
| 4      | 9                     | 18                    | 9                 | 81                                      |
| 5      | 8                     | 19                    | 11                | 121                                     |
| 6      | 10                    | 20                    | 10                | 100                                     |
| 7      | 12                    | 21                    | 9                 | 81                                      |
| 8      | 7                     | 18                    | 11                | 121                                     |
| 9      | 10                    | 18                    | 8                 | 64                                      |
| 10     | 6                     | 18                    | 12                | 144                                     |
| 11     | 14                    | 20                    | 6                 | 36                                      |
| 12     | 6                     | 18                    | 12                | 144                                     |
| 13     | 11                    | 17                    | 6                 | 36                                      |
| 14     | 7                     | 19                    | 12                | 144                                     |
| 15     | 6                     | 19                    | 13                | 169                                     |
| 16     | 9                     | 20                    | 11                | 121                                     |
| 17     | 8                     | 19                    | 11                | 121                                     |
| 18     | 11                    | 19                    | 8                 | 64                                      |
| 19     | 13                    | 18                    | 5                 | 25                                      |
| 20     | 8                     | 20                    | 12                | 144                                     |
| 21     | 7                     | 18                    | 11                | 121                                     |
| 22     | 8                     | 18                    | 10                | 100                                     |
| 23     | 10                    | 18                    | 8                 | 64                                      |
| 24     | 9                     | 19                    | 10                | 100                                     |
| 25     | 12                    | 21                    | 9                 | 81                                      |
| 26     | 10                    | 18                    | 8                 | 64                                      |
| 27     | 12                    | 19                    | 7                 | 49                                      |
| 28     | 9                     | 19                    | 10                | 100                                     |
| รวม    | 261                   | 531                   | 270               | 2716                                    |
| เฉลี่ย | 9.32                  | 18.96                 | 9.64              | 97                                      |

จากตารางที่ ข-7 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เท่ากับ 9.32 และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เท่ากับ 18.96 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มก่อนเรียน ในที่นี้ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test : One-group Pretest-Posttest)

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

ในที่นี้ค่า  $\sum D = 270$ ,  $\sum D^2 = 2716$ ,  $N = 28$

แทนค่า

ดังนั้น  $t$  คำนวณ = 25.01

จากตาราง  $t$  ซึ่งมี  $df = 27$   $\alpha = .05$  ได้ค่า  $t$  จากตาราง 2.52 ค่า  $t$  ที่คำนวณได้ = 25.01 ซึ่งสูงกว่าค่า  $t$  จากการเปิดตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นหรือสรุปได้ว่าหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### ภาคผนวก ก

- แผนการสอนเรื่องเศษส่วน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## แผนการสอน

วิชา คณิตศาสตร์ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5  
หน่วยที่ 6 เรื่อง เศษส่วน ใช้เวลาสอน 42 คาบ

แผนการสอนที่ 1 เรื่อง ทบทวนความหมายของเศษส่วน  
ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วน คือ การแบ่งของหนึ่งชิ้นหรือหนึ่งกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่า ๆ กัน แล้วนำมา  
เพียงบางส่วนหรือทั้งหมด

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

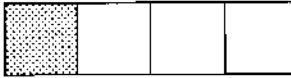
เมื่อกำหนดรูปภาพขึ้นมาให้สามารถเขียนหรือแสดงค่าของเศษส่วนได้  
เนื้อหา

ทบทวนความหมายของเศษส่วน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ สนทนาเกี่ยวกับการแบ่งสิ่งของในชีวิตประจำวัน เช่น มีขนมหนึ่งชิ้นจะแบ่งอย่างไรจึง  
จะได้ 4 ชิ้นเท่า ๆ กัน

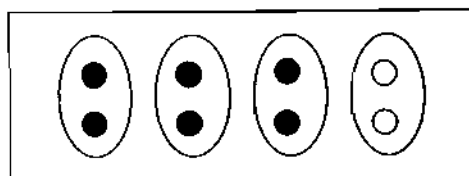
ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนจับสิ่งของการแบ่งสิ่งของออกเป็นส่วนที่เท่า ๆ กัน แล้วหยิบออกมา  
บางส่วนแล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบเศษส่วน เช่น

$\frac{1}{4}$  อ่านว่า เศษหนึ่งส่วนสี่ 

2. อภิปรายถึงความหมายของเศษส่วนว่า ส่วน หมายถึง จำนวนของที่แบ่งออกเป็น  
ส่วนที่เท่า ๆ กัน และเศษ หมายถึง จำนวนของที่แยกออกมาหรือแบ่งออกมาจากส่วนแบ่ง  
ทั้งหมด

3. แนะนำสัญลักษณ์เศษส่วน และวิธีการเขียนเศษส่วน

4. นำสิ่งของ 1 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยของประเภทเดียวกันและแบ่งออกเป็นกลุ่มเท่า ๆ  
กัน แล้วหยิบออกมาบางส่วน ให้นักเรียนช่วยกันตอบเศษส่วน



$\frac{3}{4}$  อ่านว่า เศษสามส่วนสี่

5. นำบัตรภาพหนูที่แสดงเศษส่วน มาให้นักเรียนเขียนเศษส่วนแสดงอีก 4- 5 ภาพ
6. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน  
สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. แผนภาพหนูแสดงเศษส่วน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

**แผนการสอนที่ 2 เรื่อง เศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่ง**  
ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนใดๆ เมื่อจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนจะไม่ทำให้ ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถเขียนให้เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิม โดยมีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้

เนื้อหา

เศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่ง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วน โดยให้นักเรียนเขียนเศษส่วนจากแผนภาพหนู

$$\frac{3}{4}$$

อ่านว่า เศษสามส่วนสี่

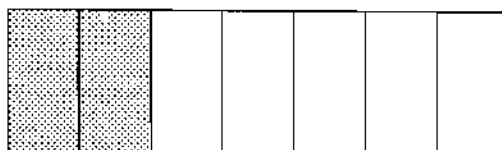


ขั้นสอน 1. นำแถบกระดาษที่แสดงความหมายของเศษส่วนสองแถบมาติดแล้วให้นักเรียนช่วยกันพิจารณา เช่น

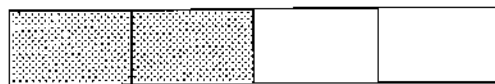
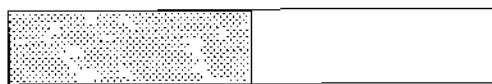
$$= \frac{4}{14}$$



$$= \frac{4}{14}$$



2. ยกตัวอย่างแผนภาพพูนที่แสดงเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่งมาให้  
นักเรียนพิจารณา เช่น



$$\frac{1}{2} = \frac{\square}{4}$$

3. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปทบทวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่ง  
สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. แผนภาพพูนแสดงเศษส่วน
3. แถบกระดาษเศษส่วน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม  
ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนใด ๆ เมื่อจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนหรือหารทั้งตัว  
เศษและตัวส่วน จะไม่ทำให้ ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถเขียนให้เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิม โดยมีตัวส่วนมีค่า  
ตามที่กำหนดให้

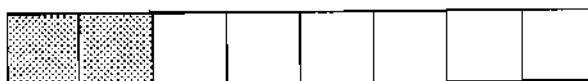
เนื้อหา

เศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม

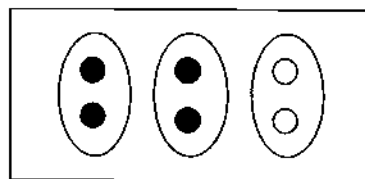
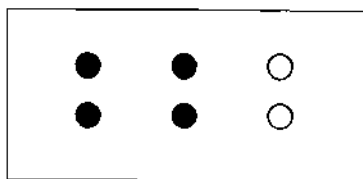
กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่ง

เช่น  $\frac{1}{2} = \frac{\square}{4}$



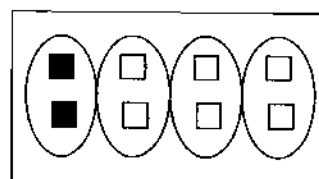
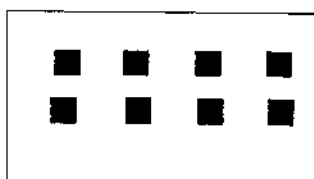
ขั้นสอน 1. นำแผนภาพหนูที่แสดงเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งกลุ่มมาให้นักเรียน สังเกต และตอบคำถาม เช่น



2. ให้นักเรียนเขียนเศษส่วนแสดงจำนวนในภาพหนูที่หนึ่งและภาพหนูที่สอง ดังนี้

$$\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

3. ยกตัวอย่างแผนภาพที่แสดงเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม มาให้นักเรียน พิจารณาและเขียนเศษส่วนอีก 4 – 5 ตัวอย่าง เช่น



$$\frac{2}{8} = \frac{\square}{4}$$

4. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปทบทวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. แผนภาพหนูแสดงเศษส่วน
3. แถบกระดาษเศษส่วน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

**แผนการสอนที่ 4 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน**

**ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)**

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนใด ๆ เมื่อจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน จะไม่ทำให้ ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

## จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถเขียนให้เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิม โดยมีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้

เนื้อหา

เศษส่วนที่เท่ากัน

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

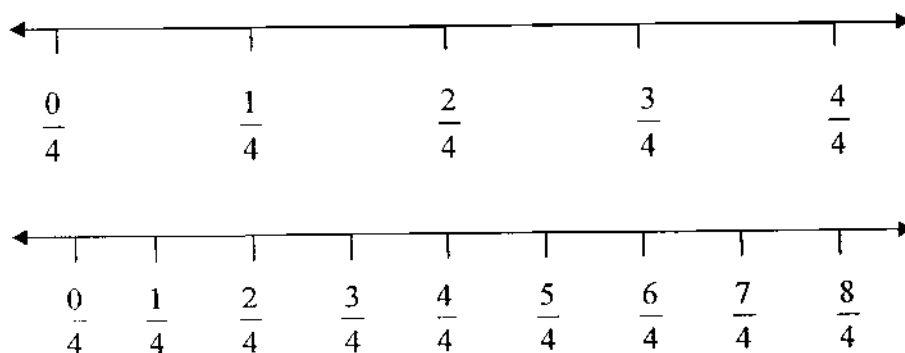
ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของสิ่งของหนึ่งสิ่งหรือสิ่งของหนึ่งกลุ่ม

เช่น



$$\frac{2}{4} = \frac{\square}{2}$$

ขั้นสอน 1. นำภาพเส้นจำนวนมาติดให้นักเรียนสังเกต ดังนี้



2. ให้นักเรียนสังเกตดูว่าเส้นจำนวนทั้งสองเส้นมีตัวเลขกำกับไว้เพียงบางส่วนและเส้นจำนวนทั้งสองเส้นมียาวเท่ากันหรือไม่ จุดที่แบ่งบนเส้นจำนวนทั้งสองเส้นมีจุดใดบ้างที่อยู่ตรงกัน

3. ร่วมกันอภิปรายว่าจำนวนที่แทนด้วยจุดเดียวกันบนเส้นจำนวนจะมีค่าเท่ากัน เช่น

$$\frac{2}{4} = \frac{4}{8}$$

4. นำเส้นจำนวนที่มีความยาวเท่ากัน และแบ่งเส้นจำนวนออกเป็นจุดมาให้นักเรียนพิจารณาว่ามีจุดใดบ้างที่ตรงกัน

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับเศษส่วนที่เท่ากัน  
สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน

2. แผนภาพหุ่นแสดงเส้นจำนวน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจสอบใบฝึกหัด

แผนการสอนที่ 5 เรื่อง การทำเศษส่วนให้มีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้  
ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนใด ๆ เมื่อจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน จะไม่ทำให้ ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

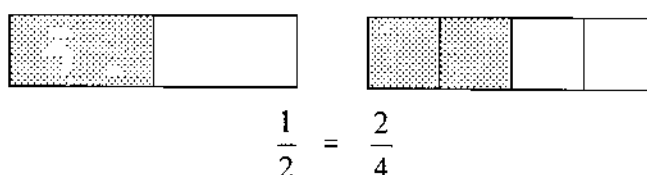
เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถเขียนให้เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิม โดยมีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้

เนื้อหา

การทำเศษส่วนให้มีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนเศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน เช่น



$$\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$$

ขั้นสอน 1. นำแถบกระดาษที่แสดงความหมายของ  $\frac{1}{2}$  และ  $\frac{2}{4}$  มาให้นักเรียน พิจารณาและช่วยกันตอบคำถามดังนี้

ส่วนที่เป็นพื้นผิวขรุขระ ในแถบกระดาษทั้งสองเท่ากันหรือไม่

จำนวนส่วนพื้นผิวขรุขระและจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดในรูป  $\frac{2}{4}$  เป็นกี่เท่าของ  $\frac{1}{2}$

$\frac{2}{4}$  เท่ากับ  $\frac{1 \times 2}{2 \times 2}$  หรือไม่

2. แนะนำการตั้งเศษส่วนบนลูกคิด และวิธีการคิดเศษส่วน

3. ยกตัวอย่างเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันให้นักเรียนพิจารณาอีก 4-5 คู่

เช่น  $\frac{3}{4} = \frac{3 \times 2}{4 \times 2} = \frac{6}{8}$

ดังนั้น  $\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการหาเศษส่วนให้ตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้เมื่อตัวส่วนที่กำหนดให้เป็นพหุคูณของตัวส่วนเดิมทำได้โดยนำจำนวนนับที่ไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรือมาหารทั้งตัวส่วนและตัวเศษ จะไม่ทำให้ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

เช่น  $\frac{2}{4} = \frac{\square}{12}$  ดังนั้น  $\frac{2}{4} = \frac{2 \times 3}{4 \times 3} = \frac{6}{12}$

$$\frac{5}{15} = \frac{\square}{3} \quad \text{ดังนั้น} \quad \frac{5}{15} = \frac{3 \div 3}{15 \div 3} = \frac{1}{3}$$

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการทำเศษส่วนให้มีตัวส่วนมีค่าตามที่กำหนดให้

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. แดบกระดาษ
3. ลูกคิด

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 6 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน

ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

การเปรียบเทียบเศษส่วนถ้าตัวส่วนเท่ากันใช้การเปรียบเทียบตัวเศษ โดยอาศัยหลักการทั้งเศษส่วนใดที่มีตัวเศษมีค่ามากกว่าจะมีค่ามากกว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันใช้วิธีทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันเสียก่อนแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนสองจำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากันหรือไม่เท่ากัน โดยที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง สามารถเปรียบเทียบและใช้สัญลักษณ์  $>$ ,  $<$  และ  $=$  ได้

เนื้อหา

การเปรียบเทียบเศษส่วน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนการทำเศษส่วน ให้มีตัวส่วนเท่าที่กำหนดให้โดยวิธีการนำจำนวนนับมาคูณหรือหารทั้งเศษและส่วน

เช่น  $\frac{8}{24} = \frac{\square}{6}$  ดังนั้น  $\frac{8 \div 4}{24 \div 4} = \frac{2}{6}$

ขั้นสอน 1. ตั้งเศษส่วนบนลูกคิดให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า เศษส่วนจำนวนใดมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า

เช่น  $\frac{1}{4} < \frac{2}{4}$

2. ร่วมกันอภิปรายถึงการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนที่กันว่าสามารถทำได้โดยนำตัวเศษมาเปรียบเทียบกัน ถ้าตัวเศษของจำนวนใดมีค่ามากกว่าจำนวนนั้นจะมีค่ามากกว่า

3. ยกตัวอย่างเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันแต่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของเศษส่วนอีกจำนวนหนึ่ง มาให้นักเรียนฝึกสังเกตและเปรียบเทียบ

เช่น  $\frac{2}{4} > \frac{3}{8}$

4. แนะนำว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันสามารถใช้วิธีทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันเสียก่อน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

เช่น

$$\frac{2}{4} \quad \square \quad \frac{3}{8}$$

$$\frac{2 \times 2}{4 \times 2} = \frac{4}{8}$$

ดังนั้น  $\frac{2}{4} > \frac{3}{8}$

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปทบทวนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. ลูกคิด

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 7 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนที่ไม่สามารถหาจำนวนนับใด ๆ ที่มากกว่า 1 ไปหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้  
ลงตัว เรียกว่า เศษส่วนอย่างต่ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้

เนื้อหา

เศษส่วนอย่างต่ำ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน

เช่น

$$\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

ขั้นสอน 1. ทบทวนเรื่องการหารจำนวนนับ เช่น  $28 \div 7 = \square$

2. ฝึกคิดคำนวณเศษส่วนที่แสดงเศษส่วนที่เท่ากัน

3. ยกตัวอย่างเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันแต่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของเศษส่วนอีก

จำนวนหนึ่ง มาให้นักเรียนฝึกสังเกตและเปรียบเทียบ

เช่น  $\frac{2}{4} > \frac{3}{8}$

4. แนะนำว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันสามารถใช้วิธีทำเศษส่วนให้

เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันเสียก่อน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

เช่น

$$\frac{2}{4} \quad \square \quad \frac{3}{8}$$

$$\frac{2 \times 2}{4 \times 2} = \frac{4}{8}$$

ดังนั้น  $\frac{2}{4} > \frac{3}{8}$

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. ลูกคิด

## การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 8 เรื่อง การทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

## ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนที่ไม่สามารถหาจำนวนนับใด ๆ ที่มากกว่า 1 ไปหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้  
ลงตัว เรียกว่า เศษส่วนอย่างต่ำ

## จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้

## เนื้อหา

การทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วนอย่างต่ำ โดยกำหนดเศษส่วนมาให้นักเรียนช่วยกัน  
พิจารณาว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

เช่น  $\frac{1}{9}, \frac{3}{6}, \frac{4}{7}$

ขั้นสอน 1. ทบทวนการทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

เช่น  $\frac{10}{40} = \frac{10 \div 10}{40 \div 10} = \frac{1}{4}$

2. แสดงเศษส่วน และจำนวนนับ ให้นักเรียนช่วยกันสังเกตเศษส่วนที่มีค่าเท่ากับจำนวน

นับ เช่น  $\frac{2}{2} = 1, \frac{4}{2} = 2, \frac{6}{2} = 3$

3. อภิปรายถึงความสัมพันธ์ของเศษส่วนกับจำนวนนับว่าเศษส่วนที่ตัวส่วนหารด้วยตัว

เศษได้ลงตัวสามารถเขียนเป็นจำนวนนับได้ เช่น  $\frac{16}{4} = 4$

4. กำหนดเศษส่วนมาให้นักเรียนฝึกเขียนให้เป็นจำนวนนับอีก 4 – 5 ตัวอย่าง

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วน  
เพื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน

2. ลูกคิด

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม

2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

3. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 9 เรื่อง จำนวนนับที่มีค่าเท่ากับเศษส่วน

เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....

ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

จำนวนที่แทนด้วยจุดเดียวกันบนเส้นจำนวนมีค่าเท่ากัน

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดจำนวนนับมาให้สามารถหาเศษส่วนที่มีค่าเท่ากับจำนวนนับนั้นได้

เนื้อหา

จำนวนนับที่มีค่าเท่ากับเศษส่วน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนการทำเศษส่วนให้เป็นจำนวนนับ เช่น  $\frac{4}{2} = 2$  ,  $\frac{16}{8} = 2$

ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนสังเกตว่ามีเศษส่วนจำนวนใดบ้างที่มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3

$$1 = \frac{2}{2} = \frac{3}{3} = \frac{4}{4} \quad 2 = \frac{4}{2} = \frac{6}{3} = \frac{8}{4} \quad 3 = \frac{6}{2} = \frac{9}{3} = \frac{12}{4}$$

2. ยกตัวอย่างจำนวนนับที่เท่ากับเศษส่วนอีก 4 – 5 จำนวน

3. ร่วมกันอภิปรายว่าจำนวนนับแต่ละจำนวนสามารถเขียนเป็นเศษส่วนได้หลายแบบ

โดยแต่ละแบบได้จากการคูณจำนวนนับนั้นด้วยเศษส่วนที่มีตัวเศษและตัวส่วนเท่ากัน

เช่น 
$$4 = 4 \times \frac{2}{2} = \frac{8}{2}$$

$$6 = 6 \times \frac{3}{3} = \frac{18}{3}$$

4. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับจำนวนนับที่มีค่าเท่ากับเศษส่วน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน

2. ลูกคิด

## การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 10 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษส่วนที่ตัวเศษมีค่าน้อยกว่าตัวส่วนเรียกว่า เศษส่วนแท้

เศษส่วนที่ตัวเศษมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน

## จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อกำหนดเศษส่วนชนิดต่าง ๆ ให้ สามารถบอกได้ว่า เศษส่วนใดเป็นเศษเกินและเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนแท้

## เนื้อหา

เศษส่วนแท้และเศษเกิน

## กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วนขั้นสอน 1. กำหนดเศษส่วนให้นักเรียนบอกความหมายของเศษส่วน พิจารณาและตอบคำถาม2. แนะนำว่าเศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้ เช่น  $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ เศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน เช่น  $\frac{3}{3}, \frac{5}{3}$ 

3. กำหนดเศษส่วนมาให้นักเรียนช่วยกัน พิจารณาว่าเป็นเศษส่วนแท้หรือเศษเกิน เช่น

 $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{4}{4}$ 

4. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับเศษส่วนแท้และเศษเกิน

## สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. ลูกคิด

## การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนที่ 11 เรื่อง จำนวนคละ

ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

เศษเกินที่ตัวเศษมีค่ามากกว่าตัวส่วนสามารถเขียนได้ในรูปของจำนวนนับกับเศษส่วนแท้ เรียกว่า จำนวนคละ

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษส่วนชนิดต่าง ๆ ให้สามารถบอกได้ว่าเศษส่วนใดเป็นเศษเกินและเศษส่วนใดเป็นจำนวนคละ

เนื้อหา

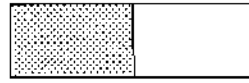
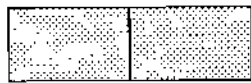
จำนวนคละ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษส่วนแท้และเศษเกิน โดยยกตัวอย่างเศษส่วนมาให้

นักเรียนช่วยกันบอกว่าเป็นเศษส่วนแท้ หรือเศษเกิน เช่น  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{1}{9}$ ,  $\frac{6}{5}$ ,  $\frac{2}{2}$

ขั้นสอน 1. นำแผนภาพปูนแสดงเศษส่วนมาให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม ดังนี้



มีส่วนที่นูนเต็มอยู่ที่รูป

ส่วนที่นูนไม่เต็มรูปเขียนแทนด้วยเศษส่วนได้อย่างไร

เขียนให้อยู่ในรูปแสดงการบวกได้อย่างไร

2. แนะนำว่าการเขียน  $1 + \frac{1}{2}$  สามารถเขียนได้อีกแบบหนึ่ง คือ  $1\frac{1}{2}$  ซึ่งเขียนอยู่ใน

รูปของจำนวนนับกับเศษส่วน เราเรียกว่า จำนวนคละ อ่านว่า หนึ่งเศษหนึ่งส่วนสอง

3. ยกตัวอย่างจำนวนคละมาให้นักเรียนเขียนให้อยู่รูปของจำนวนคละและฝึกอ่านอีก

4 – 5 ตัวอย่าง

4. ร่วมกันอภิปรายว่าจำนวนคละเป็นการเขียนในรูปของจำนวนนับ กับเศษส่วนแท้

เช่น  $2\frac{3}{4}$

4. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับจำนวนคละ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน

2. ลูกคิด

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

**แผนการสอนที่ 12 เรื่อง การเขียนเศษเกินให้อยู่ในรูปของจำนวนคละ**  
ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....  
ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

การทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ วิธีหนึ่งที่ทำได้ คือ นำตัวส่วนไปหารตัวเศษ

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

เมื่อกำหนดเศษเกินให้สามารถเขียนเป็นจำนวนคละได้

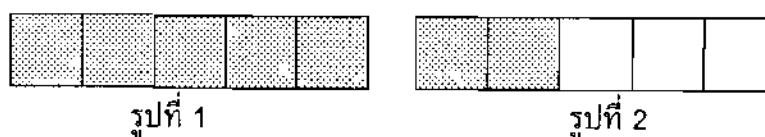
เนื้อหา

การเขียนเศษเกินให้อยู่ในรูปของจำนวนคละ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ทบทวนความหมายของเศษเกินและจำนวนคละ โดยให้นักเรียนช่วยกันบอกว่าเป็นเศษเกินและจำนวนคละ

ขั้นสอน 1. นำแผนภาพหุ่นแสดงเศษส่วนมาให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม ดังนี้



ส่วนที่ぬของรูปสี่เหลี่ยมรูปที่ 1 เขียนแทนด้วยเศษส่วนได้อย่างไร

ส่วนที่ぬของรูปสี่เหลี่ยมรูปที่ 2 เขียนแทนด้วยเศษส่วนได้อย่างไร

เศษส่วนทั้งสองรูป เขียนรวมกันมีค่าเท่าไร

$\frac{7}{5}$  ได้มาจากวิธีใด

$$2. \text{ แนะนำว่าการเขียนและการคิด } \frac{7}{5} = \frac{5}{5} + \frac{2}{5} = 1 + \frac{2}{5} = 1\frac{2}{5}$$

ดังนั้น  $\frac{7}{5} = 1\frac{2}{5}$

3. ยกตัวอย่างในทำนองนี้อีก 2-3 ตัวอย่าง แล้วร่วมกันอภิปรายว่าการเปลี่ยนเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ สามารถทำได้โดยนำตัวส่วนไปหารตัวเศษ ซึ่งผลหารที่ได้เป็นจำนวนนับ

เศษที่เหลือเป็นตัวเศษ โดยมีตัวส่วนคงเดิม เช่น  $7 \div 5$  ได้ 1 เศษ 2 ดังนั้น  $\frac{7}{5} = 1\frac{2}{5}$

4. ยกตัวอย่างเศษเกินให้นักเรียนเปลี่ยนเป็นจำนวนคละอีก 4-5 ตัวอย่าง

5. ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

**ขั้นสรุป** ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการเขียนเศษเกินให้อยู่ในรูปของจำนวนคละ

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. ลูกคิด
3. แผนภาพทูลแสดงเศษส่วน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

**แผนการสอนที่ 13 เรื่อง การเขียนจำนวนคละให้อยู่ในรูปของเศษเกิน**

ใช้เวลา 3 คาบ (1 ชม.)

.....

ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินวิธีหนึ่งที่ทำได้คือ นำตัวส่วนไปคูณจำนวนนับแล้วบวกตัวเศษ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อกำหนดจำนวนคละให้สามารถเขียนเป็นเศษเกินได้

เนื้อหา

การเขียนจำนวนคละให้อยู่ในรูปของเศษเกิน

กิจกรรมการเรียนรู้

**ขั้นนำ** ทบทวนความหมายของเศษเกินและจำนวนคละ เช่น  $\frac{3}{2} = 1\frac{1}{2}$

**ขั้นสอน** 1. นำแผนภาพทูลแสดงเศษส่วนมาให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม ดังนี้



รูปที่ 1



รูปที่ 2

สีเหลี่ยมผืนผ้าส่วนที่ทูลเต็มก็รูป

ส่วนที่ทูลเขียนแทนด้วยเศษส่วนได้อย่างไร

เศษส่วนทั้งหมดเขียนแทนด้วยจำนวนคละได้หรือไม่

2. เขียนความสัมพันธ์จากแผนภาพอนุ 1  $1\frac{2}{4} = \frac{4}{4} + \frac{2}{4} = \frac{6}{4}$

3. ยกตัวอย่างในทำนองนี้อีก 2-3 ตัวอย่าง แล้วร่วมกันอภิปรายว่าการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน สามารถทำได้โดยนำตัวส่วนไปคูณกับจำนวนนับ แล้วมาบวกกับเศษ โดยมีตัวส่วนคงเดิม

เช่น  $1\frac{2}{4} = \frac{(1 \times 4) + 2}{4} = \frac{6}{4}$

ยกตัวอย่างจำนวนคละให้นักเรียนเขียนให้อยู่ในรูปของเศษเกินอีก 4-5 ตัวอย่าง  
ให้นักเรียนพิจารณาในหนังสือเรียน แล้วทำแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการเขียนจำนวนคละให้อยู่ในรูปของเศษเกิน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียน
2. ลูกคิด
3. แผนภาพอนุแสดงเศษส่วน

การวัดประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
3. ตรวจแบบฝึกหัด

### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. มีกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าพับแบ่งเป็น 7 ส่วนเท่าๆ กันระบายสี 2 ส่วนคิดเป็น  $\frac{2}{7}$  นำกลับมาพับใหม่เป็น 28 นักเรียนคิดว่าส่วนที่ระบายสีเป็นเศษส่วนตรงกับข้อใด

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. $\frac{5}{28}$  | 2. $\frac{8}{28}$  |
| 3. $\frac{10}{28}$ | 4. $\frac{14}{28}$ |

2. มีลูกอมทั้งหมด 108 เม็ดแบ่งออกเป็นกองได้ 12 กองเท่าๆ กัน รับประทานหมด 5 กอง จงหาว่าถ้าไม่แบ่งเป็นกองจะคิดลูกอมส่วนที่รับประทานไปเป็นเศษส่วนเท่าไร

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1. $\frac{45}{108}$ | 2. $\frac{60}{108}$  |
| 3. $\frac{108}{60}$ | 4. $\frac{120}{108}$ |

3.  $\frac{9}{19} = \frac{\square}{95}$  ตัวเลขในช่องว่างมีค่าตรงกับข้อใด

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 25 | 2. 35 |
| 3. 45 | 4. 65 |

4.  $\frac{13}{21} = \frac{\square}{147}$  ตัวเลขในช่องว่างมีค่าตรงกับข้อใด

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 31 | 2. 41 |
| 3. 61 | 4. 91 |

5. ข้อใดมีค่าเท่ากับ  $\frac{48}{96}$

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. $\frac{1}{2}$  | 2. $\frac{7}{12}$ |
| 3. $\frac{12}{8}$ | 4. 2              |

6.  $\frac{64}{72} = \frac{16}{\square}$  ตัวส่วนที่หายไปคือข้อใด

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 8  | 2. 16 |
| 3. 18 | 4. 36 |

7. จงเปรียบเทียบ  $\frac{3}{7}$  และ  $\frac{21}{56}$  ควรเติมเครื่องหมายใด

- |             |                        |
|-------------|------------------------|
| 1. น้อยกว่า | 2. น้อยกว่าหรือเท่ากับ |
| 3. มากกว่า  | 4. เท่ากับ             |



15.  $\frac{114}{209}$  ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้ตรงกับข้อใด

1.  $\frac{5}{9}$

2.  $\frac{6}{11}$

3.  $\frac{7}{13}$

4.  $\frac{9}{17}$

16.  $\frac{108}{192}$  ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้เท่าไร

1.  $\frac{9}{16}$

2.  $\frac{9}{15}$

3.  $\frac{12}{21}$

4.  $\frac{21}{12}$

17. ข้อใดเป็นเศษส่วนแท้

1.  $\frac{89}{98}$

2.  $\frac{47}{74}$

3.  $\frac{68}{63}$

4.  $\frac{57}{48}$

18. ข้อใดไม่ใช่เศษเกิน

1.  $\frac{71}{63}$

2.  $\frac{56}{65}$

3.  $\frac{84}{65}$

4.  $\frac{91}{57}$

19. ข้อใดเป็นจำนวนคละทุกจำนวน

1.  $\frac{38}{6}$  และ  $\frac{45}{9}$

2.  $3\frac{5}{9}$  และ  $7\frac{4}{7}$

3.  $\frac{5}{6}$  และ  $\frac{36}{9}$

4.  $2\frac{1}{9}$  และ  $\frac{89}{8}$

20.  $\frac{115}{7}$  ทำให้เป็นจำนวนคละได้เท่าไร

1.  $21\frac{1}{7}$

2.  $21\frac{6}{7}$

3.  $22\frac{1}{7}$

4.  $22\frac{2}{7}$

21.  $\frac{206}{21}$  ทำให้เป็นจำนวนคละได้เท่ากับข้อใด

1.  $6\frac{7}{21}$

2.  $7\frac{10}{21}$

3.  $8\frac{11}{21}$

4.  $9\frac{17}{21}$

22. ข้อใดเป็นเศษเกินของ  $16\frac{4}{9}$

1.  $\frac{52}{9}$

2.  $\frac{148}{9}$

3.  $\frac{148}{16}$

4.  $\frac{150}{9}$

23.  $13\frac{4}{15}$  ทำให้เป็นเศษเกินได้เท่ากับข้อใด

1.  $\frac{67}{15}$

2.  $\frac{73}{15}$

3.  $\frac{184}{13}$

4.  $\frac{199}{15}$

**เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 1.  | 2 | 13. | 3 |
| 2.  | 1 | 14. | 1 |
| 3.  | 3 | 15. | 2 |
| 4.  | 4 | 16. | 1 |
| 5.  | 1 | 17. | 2 |
| 6.  | 3 | 18. | 2 |
| 7.  | 3 | 19. | 2 |
| 8.  | 1 | 20. | 3 |
| 9.  | 1 | 21. | 4 |
| 10. | 3 | 22. | 2 |
| 11. | 4 | 23. | 4 |
| 12. | 2 |     |   |

## คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้ มีเนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนควรมีลูกคิดประกอบการเรียน 1-2 รางวัล ต่อคน ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนด้วยตนเองตามความถนัด ซึ่งตัวบทเรียนจะมีเสียงบรรยายประกอบตลอดการใช้งาน ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนโดยใช้คีย์บอร์ด โดยมีคำแนะนำตลอดบทเรียน นอกจากนี้ ยังมีแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียนให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้จากการเรียนในแต่ละเนื้อหาของบทเรียนด้วย

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยระบบมัลติมีเดียมาฝึกฝนเพิ่มเติมความรู้ได้

### อุปกรณ์ที่ต้องการ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Pentium III ความเร็ว 500 MHz ขึ้นไป
2. การ์ดแสดงผลภาพ (VGA Card) ความละเอียดหน้าจออยู่ที่ 800x600 พิกเซล
3. การ์ดแสดงผลเสียง (Sound Card)
4. ลำโพง หรือหูฟัง
5. เครื่องเล่น CD ROM หรือ DVD ROM
6. ลูกคิด 1-2 รางวัล ต่อคน

### ระบบปฏิบัติการที่ต้องการ

Windows XP /2000/ ME / 98

### วิธีการใช้งานบทเรียน

1. ใส่แผ่น CD-ROM ในช่อง CD-ROM แผ่นจะทำงานเองโดยอัตโนมัติ
2. ใส่แผ่น Floppy A ในช่อง Drive A เพื่อทำการเก็บคะแนนการเรียนของผู้เรียน

3. หากโปรแกรมไม่สามารถทำงานเองโดยอัตโนมัติได้ ให้ผู้เรียน คลิกขวาที่ Start menu เลือก Explore กด Enter จะเปิดหน้าต่างรายละเอียดของ file ทำการเลือก Drive CD-ROM กด Tab 1 ครั้ง เลือก Icon Mathdisk1.exe กด Enter บทเรียน จะเปิดการทำงาน

### คำสั่งต่าง ๆ ในบทเรียน ได้แก่

- |                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| 1. ฟังซ้ำ (Play)                   | กด F1         |
| 2. หยุดฟังชั่วคราว (Pause)         | กด F2         |
| 3. ต้องการฟังต่อ                   | กด F2         |
| 4. ฟังหน้าถัดไป                    | กด F3         |
| 5. ตัวช่วย                         | กด F4         |
| 6. ย้อนกลับของตัวช่วย              | กด F5         |
| 7. ออกจากบทเรียน                   | กด F12        |
| 8. ออกจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | กด Ctrl และ Q |

### วิธีการตรวจสอบคะแนนของนักเรียน กรณีนักเรียนต้องการกลับมาเรียนบทเรียนที่เหลือในครั้งต่อไป

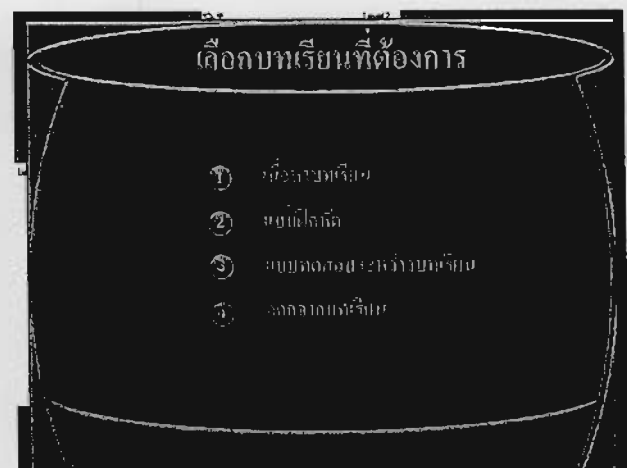
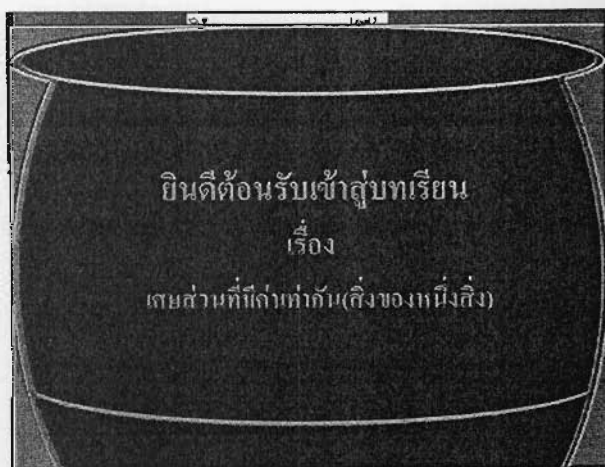
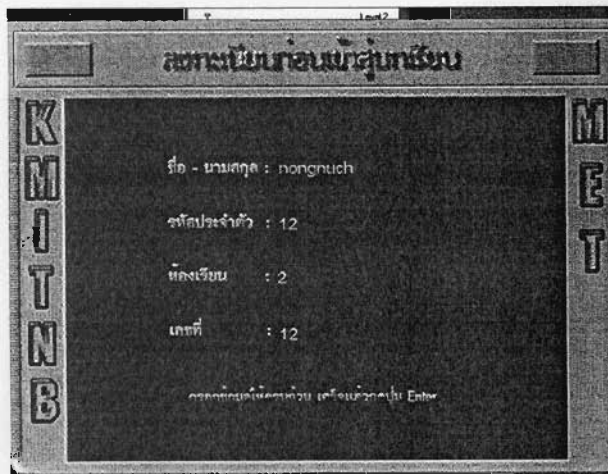
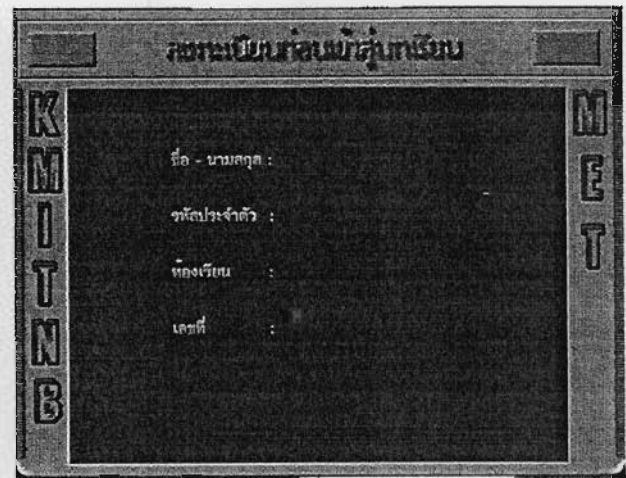
1. ใส่แผ่น Floppy A ในช่อง Drive A
2. คลิกขวาที่ Start menu เลือก Explore กด Enter จะเปิดหน้าต่างรายละเอียดของ file ทำการเลือก Drive A กด Tab 1 ครั้ง เลือก file ที่ต้องการ พร้อมกด Enter นักเรียนสามารถรู้ได้แล้วว่าเรียนไปแล้วกี่บทเรียน

### คณะผู้พัฒนา

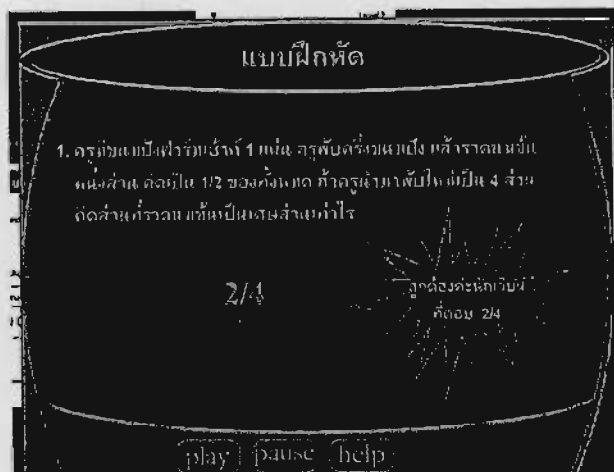
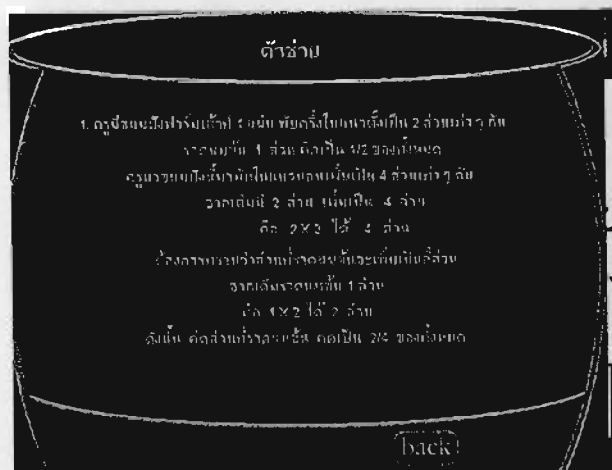
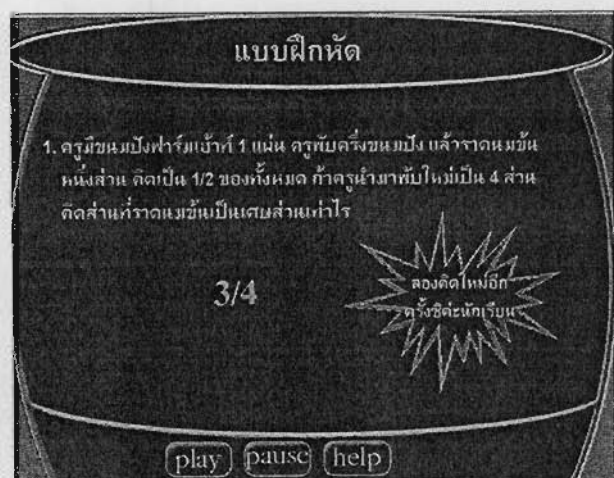
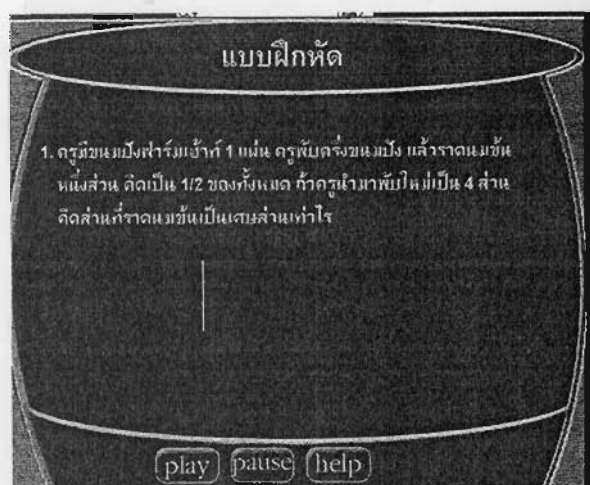
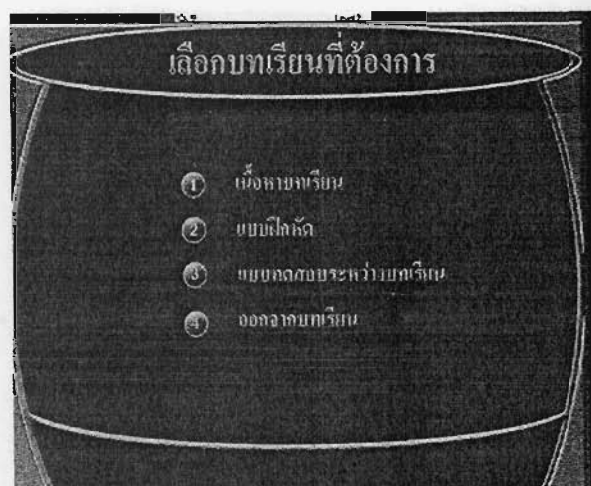
- |                                          |                  |
|------------------------------------------|------------------|
| 1. นางสาวนงนุช ศิลป์ประกอบ               | ผู้สร้าง         |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม อุดกฤษฎ์ | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล หุ่นแก้ว     | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| 4. อาจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมมาภรณ์      | อาจารย์ที่ปรึกษา |

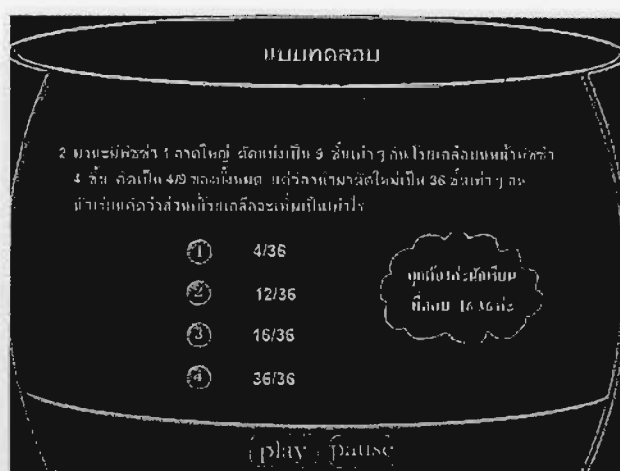
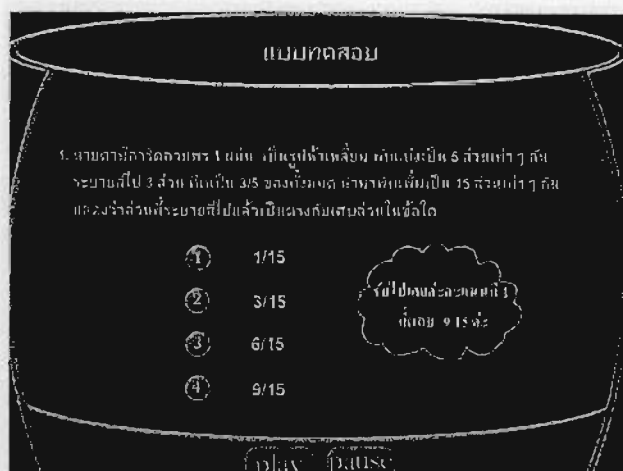
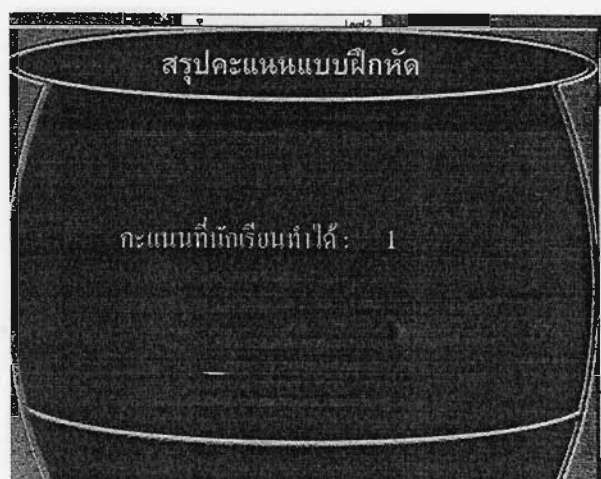
## ภาคผนวก ง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนตาบอด













### ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวนงนุช ศิลป์ประกอบ  
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ  
 มัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนดาดบอด  
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

### ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2520 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 513/727 หมู่บ้านรัตนโกสินทร์ 200 ปี ถนนรังสิต-ปทุมธานี ตำบลประชาธิปไตย อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งนักเวชสถิติ หน่วยงานเวชระเบียนและสถิติ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ