

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  
สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

สารนิพนธ์  
ของ  
อริศรา ตั้งวารี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
เมษายน 2548  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

515.15675  
จ 6987  
จ 3

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษา  
โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

บทคัดย่อ  
ของ  
อริศรา ตั้งวารี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
เมษายน 2548

h 265393

-6 พ.ค. 2548

อริศรา ตั้งวารี (2548) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับ  
นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ สารนิพนธ์ กศ ม  
(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร สมชาย ชูชาติ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิต  
วิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 และศึกษา  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอน วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ โปรแกรม  
วิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้มาโดยการ  
สุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) ทั้งหมดจำนวน 30 คน ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบ  
แผนการวิจัยแบบ one group pre-test และ post – test สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t - test  
one Group และ t - test แบบ Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรม  
วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  
เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ( ร้อยละ 60 ขึ้นไป ) ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ 01

2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรม  
วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
อนุพันธ์ของฟังก์ชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

A CONSTRUCTION OF COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON DERIVATIVE  
OF FUNCTION FOR COMPUTER SCIENCE MAJOR STUDENTS OF  
RAJANAGARINDRA RAJABHAT UNIVERSITY

AN ABSTRACT  
BY  
ARISARA TANGVAREE

Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Master of Education degree in Secondary education  
at Snnakhannwirot University  
April 2005

Ansara Tangvaree (2005) *A Construction of Computer-Assisted Instruction on Derivative of Function for computer science major students of Rajanagarindra Rajabhat University* Master's project, M Ed (Secondary Education) Bangkok Graduate School, Snnakhannwirot University Advisor Assoc Prof Dr Somchai Chuchat

The purposes of this research were to construct Computer-Assisted Instruction of Calculus and Analytic Geometry 1 on Derivative of Function for computer science major students and to study the learning achievement before and after learning through the computer assisted instruction on Dervative of Function

The subjects of this study were 30 computer science major students of Rajanaganndra Rajabhat University in the first semester of the 2004 selected by Simple Random Sampling The one group Pretest-Posttest Design was used in the study The t - test one group and t - test for dependent samples were used for data analysis

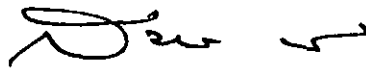
The findings were as follows

- 1 The achievement of computer science major students after learning through the computer assisted instruction on Dervative of Function was higher than the cntenon of 60% at 01 level of significance

- 2 The achievement of computer science major students after being taught by using the computer assisted instruction on Dervative of Function was statistically higher than before being taught at the 01 level of significance

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ  
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันสำหรับ  
นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์  
ของนางสาวอริศรา ตั้งวารี ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร



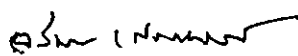
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบ



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. จีวรรณ เสวตมาลย์)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชานวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

วันที่ 12 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2548

## ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอย่างยิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ ประธานควบคุมสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. จีวีวรรณ เศรษฐมัลย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชญาวิทย์ เทียมประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ สีสากีสกุล ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ที่กรุณาให้คำแนะนำคำปรึกษาแก้ไขเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ อาจารย์ประสิทธิ์ มั่นมงคล ดร. เจริญ แก้วประดิษฐ์ ดร. จารุวรรณ สิงห์ม่วง อาจารย์ชัชฎาภรณ์ ดันตะรางศา และ อาจารย์ สุนทรี ธรรมสุวรรณ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สุวิมล มั่นมงคล ประธานโปรแกรมคณิตศาสตร์ และอาจารย์โปรแกรมคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณนักศึกษาโปรแกรมคณิตศาสตร์และนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ที่ได้ให้ความร่วมมือ และมีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ญาติพี่น้องและคุณชวลิต แสงทรัพย์ ที่คอยเป็นกำลังใจให้การสนับสนุนในทุกด้านแก่ผู้วิจัยด้วยความรักและความห่วงใยตลอดมา

อริศรา ตั้งวารี

## สารบัญ

| บทที่                                               | หน้า |
|-----------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ                                              | 1    |
| ภูมิหลัง                                            | 1    |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า                      | 2    |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า                         | 2    |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า                            | 2    |
| ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                      | 2    |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                | 3    |
| เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                      | 3    |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                     | 3    |
| ตัวแปรที่ศึกษา                                      | 3    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ                                     | 4    |
| สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า                          | 5    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                    | 6    |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 7    |
| ประวัติของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                        | 7    |
| ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                       | 7    |
| ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                         | 11   |
| คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน              | 12   |
| ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                       | 15   |
| ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                         | 16   |
| การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน            | 26   |
| โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน           | 27   |
| ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน            | 29   |
| การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                         | 31   |
| การพัฒนาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                       | 37   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                  | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| 2(ต่อ) จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 42   |
| บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                              | 45   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                             | 46   |
| คอมพิวเตอร์และการสอนแคลคูลัส                                           | 50   |
| การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส                      | 50   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน       |      |
| วิชาแคลคูลัส                                                           | 50   |
| เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล                           | 52   |
| ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล                                      | 52   |
| ทฤษฎีการเรียนการสอนรายบุคคล                                            | 53   |
| วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล                            | 54   |
| ประโยชน์ของการเรียนการสอนรายบุคคล                                      | 57   |
| เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์                  | 57   |
| ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน                                       | 57   |
| ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์                                | 58   |
| องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน                         | 61   |
| 3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า                                         | 62   |
| การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง                                        | 62   |
| เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                                         | 63   |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                                        | 63   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                                      | 64   |
| การสร้างและพัฒนานาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                            | 64   |
| แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า                                          | 71   |
| การดำเนินการทดลอง                                                      | 71   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                                                     | 72   |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล                                        | 73   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                    | หน้า |
|------------------------------------------|------|
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล                   | 77   |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล      | 77   |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล                     | 78   |
| 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ           | 80   |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า           | 80   |
| สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า               | 80   |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า                 | 80   |
| ประชากร                                  | 80   |
| กลุ่มตัวอย่าง                            | 81   |
| เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า           | 81   |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า          | 81   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า        | 81   |
| วิธีการดำเนินศึกษาค้นคว้า                | 82   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                       | 82   |
| สรุปผลการศึกษาค้นคว้า                    | 83   |
| อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า                 | 83   |
| ข้อเสนอแนะ                               | 85   |
| ข้อเสนอแนะทั่วไป                         | 85   |
| ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป | 86   |
| บรรณานุกรม                               | 87   |
| ภาคผนวก                                  | 96   |
| ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์                 | 156  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แบบแผนการทดลอง                                                     | 71   |
| 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1        | 78   |
| 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 | 79   |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                        | หน้า |
|------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงสัญลักษณ์สำหรับการเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  | 17   |
| 2 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว           | 18   |
| 3 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง                | 18   |
| 4 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม            | 19   |
| 5 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนเข้ามกรอบ       | 19   |
| 6 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกลับ        | 20   |
| 7 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง            | 21   |
| 8 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดียว     | 21   |
| 9 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม    | 22   |
| 10 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอกซ่อมเสริมหลายกิ่ง | 23   |
| 11 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบแตกกิ่งคู่                   | 24   |
| 12 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ            | 25   |
| 13 หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป                                    | 44   |
| 14 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน                      | 67   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น คณิตศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล และเป็นศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของทุกคนทั้งทางตรงและทางอ้อม (ยุพิน พิพิธกุล 2530 1)

การสอนคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเกิดปัญหามากมาย เพราะคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม และในการสอนเป็นแบบบรรยาย ผู้เรียนไม่สามารถมองภาพของคณิตศาสตร์ออกได้และไม่เข้าใจอย่างแท้จริง เป็นการเรียนเพียงท่องจำซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายสาเหตุด้วยกัน

สรุปได้ว่า การเรียนคณิตศาสตร์เกิดปัญหาทั้งจากครูผู้สอนและผู้เรียน ในส่วนของครูผู้สอนพบว่าไม่มีสื่อการสอนที่ดี ขาดประสบการณ์ไม่มีเทคนิคการสอนแบบใหม่ๆ เพราะยังใช้การสอนด้วยการอธิบายบนกระดานดำ ครูผู้สอนยังสอนแบบยัดเนื้อหา และยัดตัวครูเป็นศูนย์กลาง ไม่ได้คำนึงถึงนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคลและในส่วนของผู้เรียนพบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม นักเรียนเรียนแล้วเข้าใจยาก ทำให้ขาดความเข้าใจในความคิดรวบยอด ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ (ยุพิน พิพิธกุล 2523 2-5)

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนการสอนจึงเป็นผลมาจากวิธีการสอนแบบบรรยายและตัววิชาเป็นนามธรรม เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีขึ้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องคิดหาผลิตสื่อมาช่วยในการเรียนการสอน และสิ่งหนึ่งที่ผู้เรียนสนใจคือคอมพิวเตอร์ ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI เป็นสิ่งที่ได้รับการกล่าวถึงว่าเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่กำลังมีบทบาทมาก เนื่องจากเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ (ทัศนีย์ ชื่นบาน 2539 29) กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผล มีการโต้ตอบกันตลอดเวลาระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน คอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟฟิก สามารถถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามอัตราความเร็วของตนเอง จะเรียนที่ไหนเมื่อใดก็ได้ และสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้สอนสามารถจัดการสอน โดยเรียงลำดับความยากง่ายและจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้ตอบสนองทันที เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การศึกษาจากแบบฝึกหัดช่วยให้ผู้เรียนมีการ

เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่มั่นคงยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนตลอดเวลา และยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกโอกาส (ชนิษฐา ชานนท์ 2532 : 8 , ผดุง อารญะวิญญู 2527 : 41-42 , ทักษิณา สนวนานนท์ 2530 : 206 )

จากสาเหตุดังกล่าวที่ผู้วิจัยสอนนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ค่อนข้างต่ำเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาในการเรียนวิชาอื่นๆ ที่ต้องใช้วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เป็นพื้นฐานในระดับสูง ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาในการเรียน จึงคิดแก้ปัญหาโดยการสร้างสื่อการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เพื่อ กระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการเรียน ได้เรียนรู้ตามความสามารถของตน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 สูงขึ้น

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- 1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1
- 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จะเป็นแนวทางในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

#### 1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังเรียน อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมดจำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 120 คน

## 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 3 ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 48 คน

ครั้งที่ 1 สุ่มมา 3 คน

ครั้งที่ 2 สุ่มมา 15 คน

ครั้งที่ 3 สุ่มมา 30 คน

## 3 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตามหลักสูตรปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยมีเนื้อหาดังนี้

3 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

3 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

3 3 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

## 4 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ใช้เวลาในการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ระยะเวลาในการทดลอง 9 คาบ (คาบละ 50 นาที)

| ดำเนินกิจกรรม                                                                                                             | ทั้งหมดจำนวน 9 คาบ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 ทดสอบก่อนเรียน                                                                                                          | จำนวน 15 คาบ       |
| 2 ดำเนินการสอน<br>2 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 1<br>2 1 1 ความหมายของอนุพันธ์<br>2 1 2 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต | จำนวน 3 คาบ        |
| 2 ดำเนินการสอน (ต่อ)<br>2 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 2<br>2 2 1 อนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย                         | จำนวน 3 คาบ        |
| 3 ทดสอบหลังเรียน                                                                                                          | จำนวน 15 คาบ       |

## 5 ตัวแปรที่ศึกษา

5 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์กับโปรแกรมบทเรียนที่ผู้ศึกษาได้สร้างขึ้นจากโปรแกรม Authorware มาช่วยในการเรียนการสอนเรื่องอนุพันธ์ มีการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน สามารถตอบสนองกับผู้เรียน มีการทบทวน ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และประเมินผล

2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการเรียนรู้วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ซึ่งพิจารณาตามคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

3 นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หมายถึง นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังเรียน อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

4 อนุพันธ์ของฟังก์ชัน หมายถึง เนื้อหาในวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ตรงตามหลักสูตรปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งประกอบด้วย

4 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

4 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

4 3 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้เข้าใจกระบวนการเรียนการสอน การแก้ปัญหา และการฝึกทักษะในการคิดคำนวณ ในวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับ นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปี 1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เรียนด้วยตนเองโดยผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป

### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ (คู่มือนักศึกษาสถาบันราชภัฏราชชนครินทร์ 2546) ดังนี้

| เกณฑ์  |                |
|--------|----------------|
| คะแนน  | เกรด           |
| 80-100 | A              |
| 75-79  | B <sup>+</sup> |
| 70-74  | B              |
| 65-69  | C <sup>+</sup> |
| 60-64  | C              |
| 55-59  | D <sup>+</sup> |
| 50-54  | D              |
| 0-49   | E              |

2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อพัฒนา การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มีดังนี้

- 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 1 ประวัติของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 4 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 5 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 6 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 7 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 8 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 10 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 11 การพัฒนาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 12 จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 13 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
    - 1 14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2 คอมพิวเตอร์และการสอนแคลคูลัส
    - 2 1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส
    - 2 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชา
- แคลคูลัส
- 3 เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนรายบุคคล
    - 3 1 ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล
    - 3 2 ทฤษฎีการเรียนการสอนรายบุคคล
    - 3 3 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล
    - 3 4 ประโยชน์ของการเรียนการสอนรายบุคคล

- 4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 4 1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4 2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 4 3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1 1 ประวัติของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เรียกว่า Computer Assisted Instruction หรือ CAI เป็นวิชาการด้านหนึ่งที่นำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง วิชาการด้านนี้ได้เริ่มกันตั้งแต่ ค.ศ. 1960 การสอนนี้จะสามารถทำได้เกือบทุกวิชา ขึ้นกับว่าเราทำโปรแกรมไว้ได้แค่ไหนและเราสามารถสร้างรูปแบบ (Simulate Model) ไว้ได้แค่ไหนด้วย ในสมัยแรกๆนั้น เนื่องจากการทำงานของคอมพิวเตอร์ทำได้ช้าและมีราคาแพง แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ทำงานได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมมากและยังมีราคาถูกลงทุกที เมื่อปี ค.ศ. 1965 การทำงานชิ้นหนึ่งที่ใช้คอมพิวเตอร์คิด เป็นเงิน 25 บาท ในปัจจุบันจะใช้เงินเพียง 5 สตางค์ ทั้งที่เครื่องไม้เครื่องมือค่าแรงในการจ้าง ผู้สอนและน้ำยาเคมีที่ใช้ในห้องทดลองมีราคาสูงขึ้น ทำให้การนำระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความหมายมากขึ้นทุกที นักเรียนที่เรียนจึงใช้ห้องทดลองน้อยลง เพียงแต่เข้าไปทดลองชั้นพื้นฐานให้ทราบความเป็นจริงว่าอย่างไร อันดับต่อไปก็ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยทำการทดลองได้ ทั้งยังสามารถเพิ่มประสบการณ์ในด้านวิชาด้านอื่นๆ ทำให้เกิดการประหยัดทั้งเงินและเวลา (สมชาย ทยานยง 2521 : 5)

### 1 2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน มาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือใช้คำย่อว่า CAI หรือ Computer Assisted Learning หรือใช้คำย่อว่า CAL

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI เป็นคำที่ใช้กันในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่เริ่มมีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนในศตวรรษ 1960 ส่วนในประเทศอังกฤษใช้คำย่อ CAL ทั้ง CAI และ CAL ต่างก็หมายถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่การเรียกที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นมุมมองที่ต่างกันของนักการศึกษาในสหรัฐอเมริกาและอังกฤษ ซึ่ง เคอร์ซิด อวห์มัด (Ahmad and other 1991 : 2-3) กล่าวไว้ในหนังสือเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ว่า ผู้ใช้คำว่า CAI ให้ความสำคัญต่อผู้สอน ส่วนผู้ใช้คำว่า CAL ให้ความสำคัญต่อผู้เรียนมากกว่า อย่างไรก็ตามแม้ว่าในปัจจุบันจะยังมีคำอื่นที่มีความหมายในทำนองเดียวกันนี้ปรากฏอยู่ เช่น Computer Directed

Instruction ใช้คำย่อว่า CDI หรือ Computer Managed Instruction ใช้คำย่อว่า CMI หรือ Computer Based Education หรือใช้คำย่อว่า CBE แต่คำว่า CAI ก็เป็นคำที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในทุกประเทศที่เกี่ยวข้อง

มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่านดังนี้

สโกลูโรว์ (Stolurrow 1971 390) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในหนังสือ the Encyclopedia of Education ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการสอนโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ ในการจัดประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาวิชาตามลำดับขั้นตอนที่ต่างกันด้วย โปรแกรมบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่ผู้เรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

เคแอล ซินน์ (KL Zinn 1976 28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และบทบทวนลำดับบทเรียนให้นักเรียนและบางส่วนที่ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน "

พรีนิส (Prenis 1977 20) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ ถามคำถามให้คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้นักเรียนได้

สเปนเซอร์ (Spencer 1977 50) ได้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น การใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัว ของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของ นักเรียนแต่ละคนได้

สิปปัส (Sippl 1981 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียนและขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักเรียนได้ เมื่อกระทำผิด

เอลลชี และทรอลลิป (Alessi and Trollip 1985 ) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการ สอนที่ประกอบด้วย การเสนอเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนและมีการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการผสมผสานของกิจกรรม

พวงเพชร วัชรรัตนวงศ์ (2526 16) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำเอา คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียน และฝึกฝนทักษะ จาก คอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์ จะถูก ดำเนินเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และ คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยตอบสนองความแตกต่างของความสามารถ ระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย

สมชาย ทยานยง (2526 5-16) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การนำเอา คอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยประกอบในด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดขึ้นในทุก สาขาวิชา โดยเมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนต่างๆไปแล้ว คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือช่วยทบทวนให้ เข้าใจดีขึ้น หรือใช้เป็นกาทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนว่าเข้าใจถูกต้องเพียงใด

ผดุง อารยะวิญญู (2527 41-42) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียน การสอนมักบรรจุเนื้อหาที่ครูสอนโดยแทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเองก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ใน โปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วย ให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ถ่ายทอดวิชาแทนครู

วีระ ไทยพานิช (2527 10) ได้กล่าวว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI หมายถึง วิธีการสอนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหา เรื่องราว เป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียน แบบ Interactive ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นกระบวนการที่มุ่ง ตอบสนองการเรียนเป็นรายบุคคล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ 2528 1) ได้ให้ ความหมายดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนวิชาต่างๆ ให้มนุษย์ โดยการนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ใช้ช่วยสอนโดยให้เครื่องกับ ผู้เรียนโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้รู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์แต่ไม่รวมถึงการ สอนคนให้รู้จักวิธีใช้คอมพิวเตอร์หรือรู้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร คอมพิวเตอร์จึงเป็นเพียงเครื่องมือ อย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นสื่อในการสอน

ทักษิณา สนวนานนท์ (2529 56) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำ คอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล "

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2530 63-65) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นระบบการสอนโดย มีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Active Participation) โดยให้มีการ ตอบคำถาม คิด และกระทำกิจกรรมขณะเรียน โดยใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการ

สอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอน สามารถที่จะบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ยีน ภูววรรณ (2531 120-129) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ชนิษฐา ชานนท์ (2532 7-13) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจจะเสนอเนื้อหาวิชาทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ประดิษฐ์ ทิพย์สมบัติบุญ (2538 11) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ อาจมีตัวหนังสือ ภาพกราฟิก มีลำดับวิธีการสอน รวมทั้งการแสดงผลการเรียนให้ทราบทันที ด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Interactive) ระหว่างนักเรียนกับเครื่อง

บุญญา เพียรสวรรค์ (2540 13) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนตามโปรแกรมที่สร้างไว้อย่างเป็นขั้นตอนได้ด้วยตนเอง สามารถบอกข้อผิดพลาดของผู้เรียนได้เมื่อผู้เรียนตอบผิดโดยแสดงผลการเรียนของข้อมูลย้อนกลับ

ปรีวัตร ไหวหาร (2543 6) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียน และฝึกฝนทักษะจากคอมพิวเตอร์แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะถูกดำเนินไปอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

ปรีชา เหล่าพินนา (2544 6) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์กับโปรแกรมบทเรียนมาช่วยในการเรียนการสอน มีการวางแผนเนื้อหาวิชาอย่างเป็นขั้นตอน สามารถตอบสนองกับผู้เรียน มีการทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการประเมินผล

วิราพร นพพิทักษ์ (2546 13) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสอนโดยการใช้คอมพิวเตอร์กับโปรแกรมบทเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองจากโปรแกรม Authorware เป็นสื่อ ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเสนอเนื้อหา คำสั่ง กิจกรรมจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเสนอเป็น

ภาษาไทยทางจอภาพ (Monitor) เป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์โดยมีครูคอยแนะนำและควบคุมชั้นเรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสร้างโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาเป็นสื่อในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา แบบทดสอบต่างๆ ที่เป็นขั้นตอน น่าสนใจ ในรูปแบบตัวหนังสือและภาพกราฟิก และผู้เรียนสามารถศึกษาข้อมูลย้อนกลับได้เมื่อต้องการศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่สนใจอีกครั้ง

### 1.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษาจากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีหลายรูปแบบสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของการนำไปใช้ในการเรียนการสอน ได้มีนักวิชาการสรุปประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

เมอริท (Merritt 1992 11-13) ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นผู้สอนนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 แบบ คือ

1 แบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดและให้ผู้เรียนได้โต้ตอบ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของผู้เรียนและแสดงผลย้อนกลับที่เหมาะสม หากผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง คอมพิวเตอร์จะแสดงคำตอบที่ถูกต้องและนำเสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดข้ออื่นต่อไป โปรแกรมบทเรียนจึงประกอบด้วย คำถาม คำตอบ และเกณฑ์ประเมินระดับความรู้ของผู้เรียนที่ทำการฝึกและปฏิบัติ

2 แบบศึกษาเนื้อหา (Tutorial) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สอนเนื้อหาหรือสารสนเทศใหม่ นักเรียนจะสามารถศึกษาเนื้อหาตามลำดับที่โปรแกรมบทเรียนกำหนด เนื้อหาจะถูกวิเคราะห์แยกออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อประโยชน์ในการนำเสนอและมีคำถามประกอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทนี้จะสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับ ทบทวนบทเรียน ตอบคำถามซ้ำ ซ้ำเนื้อหาที่ผู้เรียนรู้แล้ว หรือนำเนื้อหาที่ยากขึ้นตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้

3 แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอสถานการณ์ที่จำลองมาจากสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดอันตรายที่เกิดจากการเสี่ยงและย่นระยะเวลาในการศึกษาจากสถานการณ์จริง การตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะสามารถแสดงผลลัพธ์ให้เห็นได้ทันที

4 แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งอาจจะจำลองหรือไม่ได้จำลองมาจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพยายามค้นหากระบวนการและใช้ทักษะในการให้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหานั้นๆ

5 แบบเกม(Games) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอเกมการศึกษาเพื่อดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการศึกษานี้ จะช่วยพัฒนาความคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหาและให้ความรู้ด้านต่างๆ แก่ผู้เรียน

จากประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นผู้สอนนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 แบบคือ แบบฝึกและปฏิบัติ แบบศึกษาเนื้อหา แบบสถานการณ์จำลอง แบบแก้ปัญหา และแบบเกม

#### 1.4 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

##### คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นตัวกระตุ้นการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ทั้งจากความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ และความสามารถในการสร้างภาพ สร้างสีและเสียงที่สร้างความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนนั้นอยากเรียนอยู่ตลอดเวลา (ชินษฐา ชานนท์ 2532 43 )

2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสนองตอบต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยที่ไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน (นิพนธ์ สุขปรีดี 2531 27-28) ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสดำเนินการได้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง จึงทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน

3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) และให้การส่งเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ทั้งในรูปแบบของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ 2530 7-8) นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถฝึกหัดคำตอบหรือข้ามบทเรียนบางตอนไปได้ จึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริงๆเสียก่อน จึงจะสามารถผ่านบทเรียนนั้นไปได้ (นิตยา กาญจนะวรรณ 2526 80)

4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระของครูด้วย เช่น ผู้เรียนได้คะแนนอยู่ในระดับหรือร้อยละเท่าไรของคะแนนสูงสุด ที่ผู้ทำคะแนนได้ในการสอบชุดนั้น (นิพนธ์ สุขปรีดี 2532 22)

5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บข้อมูลได้มาก ทำให้ประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการที่จะเรียนเรื่องอะไรก็สามารถค้นหา และดึงเอาบทเรียนนั้นออกมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังสามารถสุ่มแบบฝึกหัด ข้อสอบ หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่ซ้ำกัน (สมชาย ทยานยง 2526 53-61) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความแม่นยำไม่มีความลำเอียง ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย เมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สามารถกลับไปทบทวนตรงที่ยังไม่เข้าใจนั้นได้ทันที (นิตยา กาญจนวรรณ 2526 80)

6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่มีระบบระเบียบ และมีแบบแผนที่แน่นอน เพราะว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการวางแผนในการสร้างบทเรียนทุกตอน สามารถตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนนั้น ๆ ได้ (Hall 1982 326)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นตัวกระตุ้นการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สนองต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเป็นอย่างดี ให้ข้อมูลป้อนกลับ วัดผลการเรียนรู้ได้ เก็บข้อมูลได้มาก เป็นการสอนที่มีระบบระเบียบและมีแบบแผนที่แน่นอน

### ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในด้านประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ ดังข้อสรุปต่อไปนี้

เลี้ยว (Liu 1975 1411-A) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- 1 ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียนใหม่
- 2 ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล
- 3 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน
- 4 ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อยจากง่ายไปยาก
- 5 ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

ฮอล (Hall 1982 362) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- 1 เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านเวลาสอนลดลง ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับนักเรียนมีเวลาศึกษาคำถามและทำวิจัย ช่วยพัฒนาทางวิชาการและอื่นๆ
- 2 เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้ และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับนักเรียน
- 3 ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของนักเรียน ข้อมูลที่ได้จากนักเรียนนั้นจะได้นำมาปรับปรุงหลักสูตร

4 ลดเวลาในการเรียน

5 หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

คาร์ทไรท์ (Cartwright 1984 166) กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

- 1 เสนอการสอนที่เป็นระบบ
- 2 แจกจ่ายย้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ทันที
- 3 เสริมแรงในเชิงบวก
- 4 ให้การสอนเนื้อหาเพิ่มขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ
- 5 ให้การสอนซ้ำๆสำหรับผู้เรียนซ้ำได้
- 6 ให้การสอนเป็นรายบุคคล

ผดุง อารยะวิญญู (2527 44-47) กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดังนี้

- 1 ช่วยการฝึกทักษะ
- 2 ช่วยให้การเรียนสนุกสนานจากเกมการเรียนการสอน
- 3 ให้การสอนซ้ำๆสำหรับผู้เรียนรู้ซ้ำและให้การสอนสำหรับผู้ขาดเรียน
- 4 ช่วยสาธิตแทนครูผู้สอน
- 5 ช่วยจำลองสถานการณ์โดยเลียนแบบของจริง

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2528 8-9) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1 คอมพิวเตอร์สามารถทำให้นักเรียนเรียนได้เป็นรายบุคคล (Computer can Individualize) ที่เด็กสามารถเรียนได้เป็นรายบุคคล จะทำให้มีการตอบสนองความต้องการของเด็กแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่ว่าจะนักเรียนเก่ง ปานกลาง หรือ อ่อน ก็จะเรียนได้เหมาะสมกับความสามารถ และความต้องการของตนเอง

2 คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอน (Computer can Manage Instruction) คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอนได้ดี เพราะว่าคอมพิวเตอร์สามารถตั้งจุดมุ่งหมาย ทำการสอน ทำการสอบ วิเคราะห์ผล ดูความก้าวหน้าของนักเรียนตามระยะเวลา เก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถเรียกมาดูได้เมื่อต้องการ และทำรายงานผลได้อย่างรวดเร็วไม่เสียเวลา การทำรายงานผลก็สามารถทำได้เป็นรายบุคคล โดยครูไม่ต้องเป็นผู้เขียนชื่อนักเรียนทุกคนเอง แต่สามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นมือที่สามได้ และตัวครูเองก็ต้องมีเวลาจะคิดและสอนให้เกิดผลดีต่อไป

3 คอมพิวเตอร์สามารถสอนสิ่งกับ (Computer can Teach Concepts) สิ่งกับและทักษะการสอนนั้นยากแก่การสอนโดยครูหรือเรียนจากตำรา จากจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้การเรียนได้ง่ายขึ้น และดีขึ้นกว่าการเรียนจากครู

#### 4 คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณ (Computer can Perform Calculation)

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และ ประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนคณิตศาสตร์จึงทำให้นักเรียนเรียนได้เร็ว และถูกต้อง จึงมีเวลาเหลือที่จะศึกษาคอมพิวเตอร์แขนงต่างๆ ได้อีกมาก

5 คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียน (Computer can Simulation Student Learning) เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถทำเสียง สี รูปภาพ หรือกราฟ ตลอดจนมีเกมคอมพิวเตอร์จึงทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือการแข่งขัน กับคอมพิวเตอร์

ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ดันบรรจง (2535 : 160 ) กล่าวถึงประโยชน์ของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้ คอมพิวเตอร์สามารถ

- 1 สนองต่อการสอนเป็นรายบุคคล
- 2 สามารถบริหารการสอนได้อย่างดี
- 3 สามารถสอนความคิดรวบยอดและทักษะขั้นสูงที่ยากแก่การสอน
- 4 คำนวณได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนจึงเรียนได้เร็วและถูกต้อง

จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปประโยชน์ของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า คอมพิวเตอร์สามารถทำให้นักเรียนเรียนได้เป็นรายบุคคล สามารถบริหาร การสอน สามารถสอนสิ่งก้ำกึ่ง คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณ และสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน ให้นักเรียนได้

### 1.5 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลายด้านดังต่อไปนี้ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ 2530 : 8-9 , วารินทร์ รัตมีพรหม 2531 : 193 , ฉลอง ทับศรี 2538 : 20-21 , ถนนอมพร ตันพิพัฒน์ 2539 : 8)

- 1 แม้คอมพิวเตอร์จะมีราคาลดลงเรื่อยๆ แต่ก็ค่อนข้างสูงในการนำมาใช้ในการเรียน การสอน โดยเฉพาะประโยชน์ที่จะได้รับ และก็ยังมีปัญหาในเรื่องการบำรุงและแก้ไขเมื่อเกิดขัดข้องขึ้น
- 2 มีความยากลำบากในการตรวจสอบเนื้อเรื่องภายใน
- 3 การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องให้การอ่าน การฟัง และการดูมากกว่าเทียบ กับการสอนด้วยครู และไม่สามารถเสนอประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนได้ด้วยตัวมันเอง
- 4 การพัฒนาบทเรียนต้องใช้ผู้มีความสามารถสูงกว่าการพัฒนาสื่อการสอนประเภท อื่น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นสื่อการสอนที่มีเนื้อหาและกิจกรรมอยู่ภายในมาก

5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลาานมากกว่าการพัฒนาสื่อชนิดอื่นๆ

6 ผู้ที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องรู้จักและใช้คอมพิวเตอร์เป็นเสียก่อน จึงจะเรียนคอมพิวเตอร์ได้ดี

7 การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ

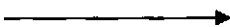
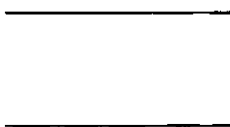
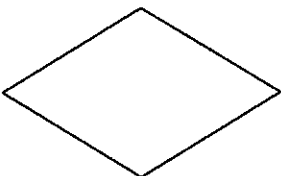
8 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนนั้นเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง จากคอมพิวเตอร์

9 ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้ใหญ่อาจไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอนดังที่ปรากฏในบทเรียนคอมพิวเตอร์ทั่วไป

จากข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า มีราคาสูง มีความยากลำบากในการตรวจสอบเนื้อเรื่องภายใน การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลาอ่าน การฟัง และการดูมาก การพัฒนาบทเรียนต้องใช้ผู้มีความสามารถสูงกว่าการพัฒนาสื่อการสอนประเภทอื่น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลาานมากกว่าการพัฒนาสื่อชนิดอื่นๆ ผู้ที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องรู้จักและใช้คอมพิวเตอร์เป็นเสียก่อน และต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ

## 16 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระทำได้โดยการเขียนแผนผังงาน เพื่อแสดงให้เห็นทราบถึงขั้นตอนของการทำงานของคอมพิวเตอร์และช่วยให้เข้าใจยิ่งขึ้นว่าจะสร้างบทเรียนอย่างไร การเขียนผังงานการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะใช้รูปสัญลักษณ์เหล่านี้ แทนความหมายของแต่ละกรอบดังนี้ (บุปผชาติ ทัททิกรณ์ 2535 53)

| รูปสัญลักษณ์                                                                       | หมายถึง                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|   | ทิศทางจากกรอบหนึ่ง                |
|   | แนวกรอบเริ่มต้น หรือกรอบจบบทเรียน |
|   | แทนกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริม   |
|  | แทนกรอบคำถาม หรือกรอบตัดสินใจ     |

ภาพประกอบ 1 แสดงสัญลักษณ์สำหรับการเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลักการแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรม โดยเฉพาะการสร้าง ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเข้าใจเทคนิคการสร้างบทเรียนโปรแกรมเป็นอย่างดี ไพโรจน์ ติรัตนากุล (2528 74-81) และบุปผชาติ ทัพพิกรณ์ ( 2538 3-9) ได้แบ่งลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

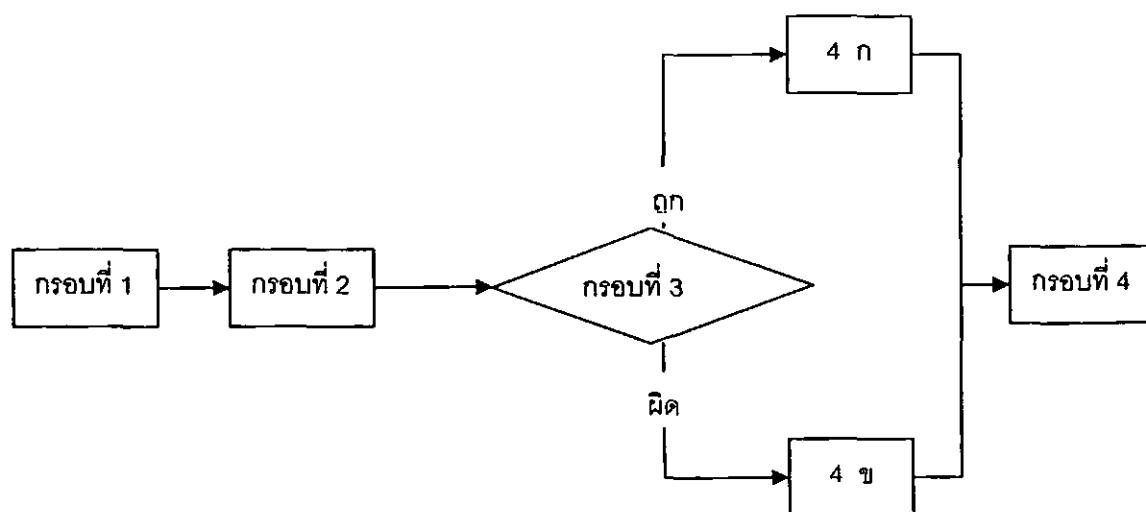
1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (linear programme) รูปแบบบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหาสิ่งที่ยากผู้เรียนจะเรียนไปที่ละหน่วยจากหน่วยแรกไปตามลำดับ จะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้เด็ดขาด สิ่งที่เรียนจากหน่วยแรกๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป ลักษณะบทเรียนประเภทนี้มักจะเป็นแบบให้ตอบคำถามแบบถูกผิด หรือให้เติมคำในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจคำตอบในหน่วยถัดไปได้ ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนเป็นการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบด้วยตนเอง จากคำถามหรือคำตอบที่เติมลงไป จะสร้างเป็นข้อความที่สมบูรณ์ที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน ตามที่กำหนดไว้ ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมเพราะเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียนแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่

ค่อนข้างละเอียดทำให้เบื่อบ้างสำหรับผู้เรียนที่เรียนเร็ว จึงไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งต้องเรียนผ่านทีละกรอบเหมือนกันทุกคน



ภาพประกอบ 2 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

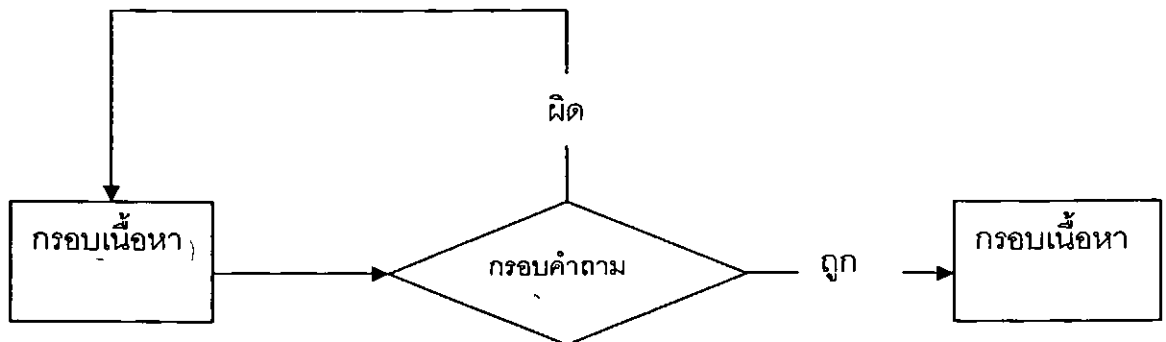
2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (branching programme) เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลัก โดยการแบ่งบทเรียนเป็นหน่วยย่อย และจะมีหน่วยเป็นกรอบหลัก (home pages) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียน นอกจากนี้จะมีหน่วยย่อยแตกแขนงออกไป เพื่อเสริมความเข้าใจสำหรับบุคคลบางคนที่ต้องการ เมื่อผ่านไปยังหน่วยแขนงแล้วจะกลับไปยังหน่วยหลักอีก และจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง การเรียนแบบแท้จริง (intrinsic) นี้จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้นเนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างบทเรียนนี้จะสลับซับซ้อนและยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับเป็นเส้นตรง



ภาพประกอบ 3 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

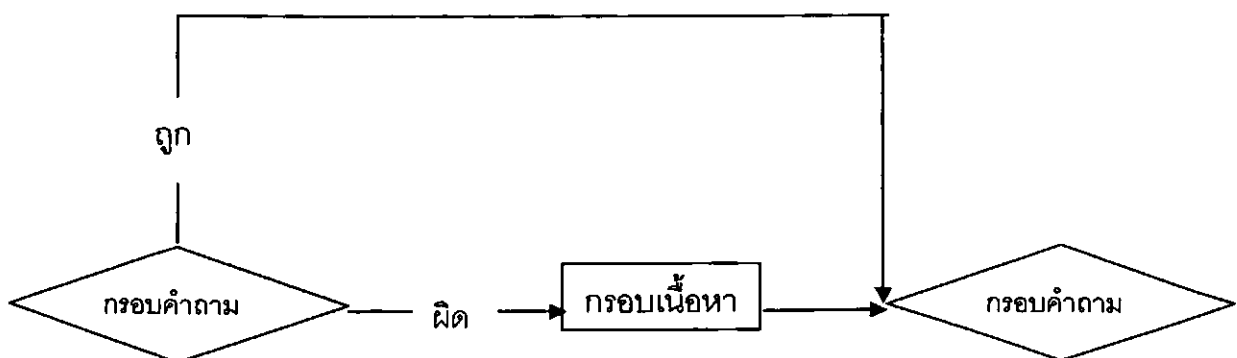
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง แบ่งออกเป็น 9 แบบ ดังนี้

1 แบบซ้ำกรอบเดิม (linear format with repetition)ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับโปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่คำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูก ผู้เรียนจะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบผิดโปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้ง และถามคำถามเดิมซ้ำ



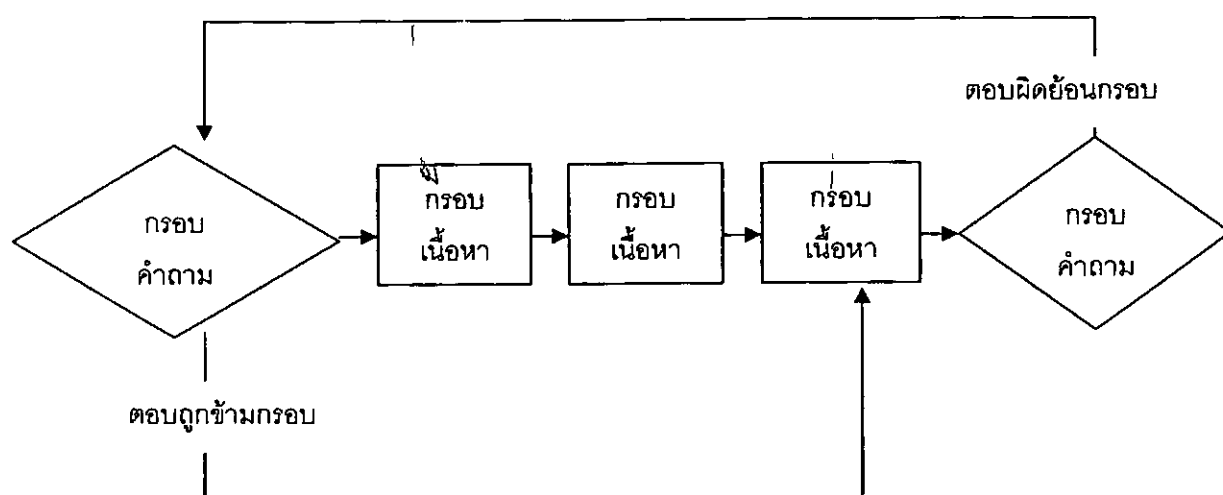
ภาพประกอบ 4 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม

2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (pretest and skip format) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ บทเรียนทดสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านจะได้ข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝน และแบบฝึกหัด แบบเกม และแบบสถานการณ์จำลอง



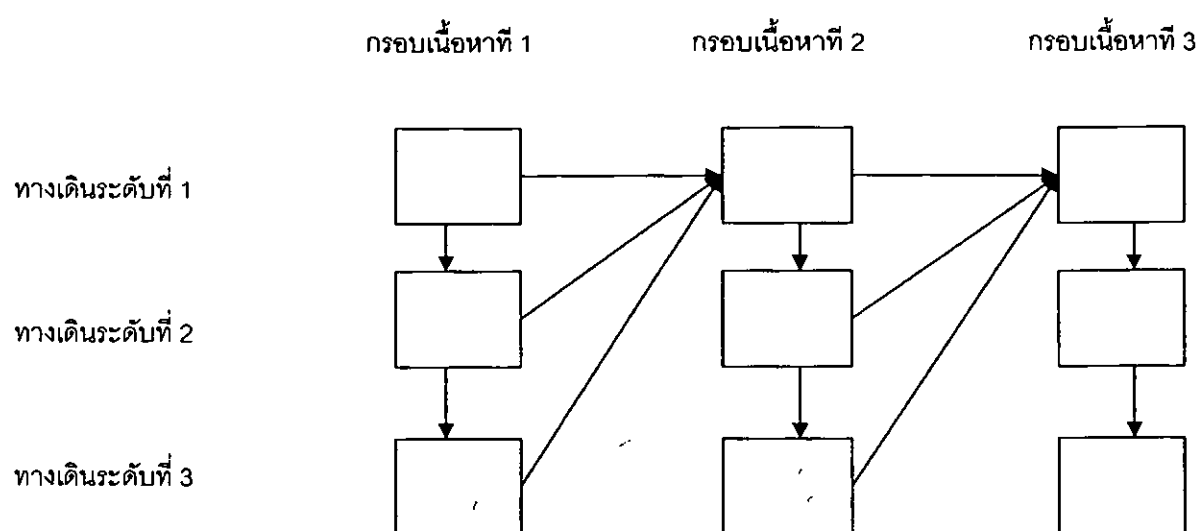
ภาพประกอบ 5 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (gate frames) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ กำหนดผู้เรียนไปยังบทเรียนต่างๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้แก่ผู้เรียน มีลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรืออาจส่งผู้เรียนมายังกรอบที่ผ่านแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ ถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัดแบบเกม และแบบสถานการณ์จำลอง



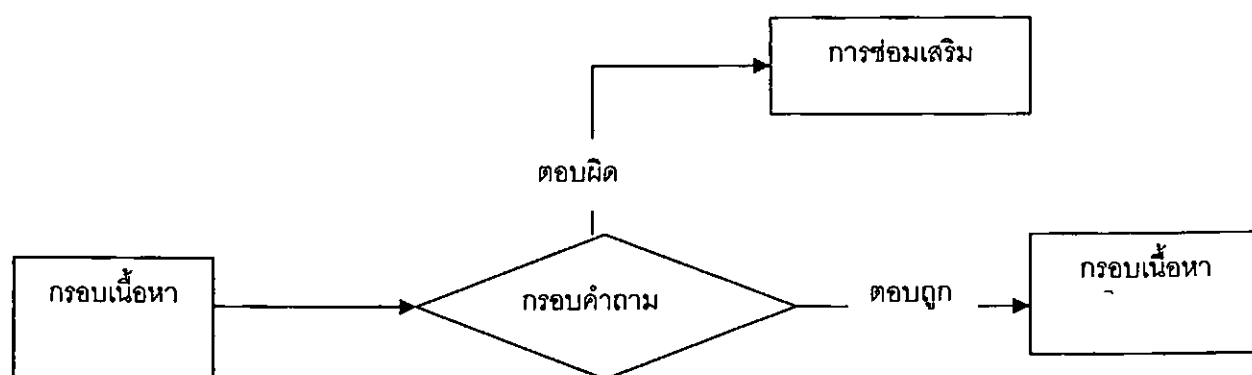
ภาพประกอบ 6 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกลับ

4 แบบหลายเส้นทาง (secondary tracks) ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดนัก ส่วนเส้นทางระดับที่ 2 และที่ 3 จะใช้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้ จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ขยายความหมายบางคำให้ชัดเจนขึ้น



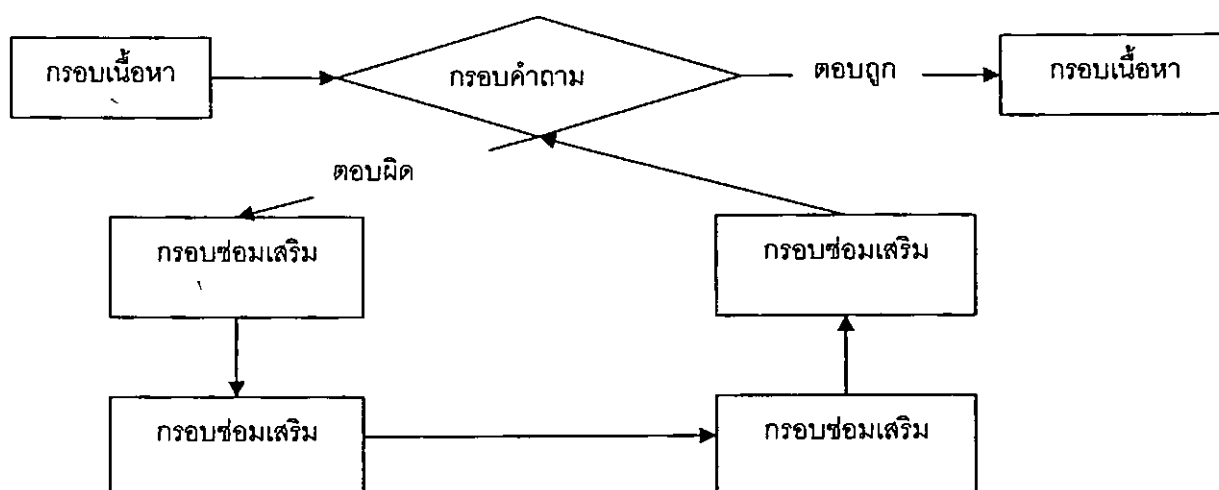
ภาพประกอบ 7 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง

5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single remedial branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหาตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวกและเนื้อหาในกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อน ในกรอบเนื้อหากรอบต่อไป ผังโครงสร้างรูปแบบนี้ เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด



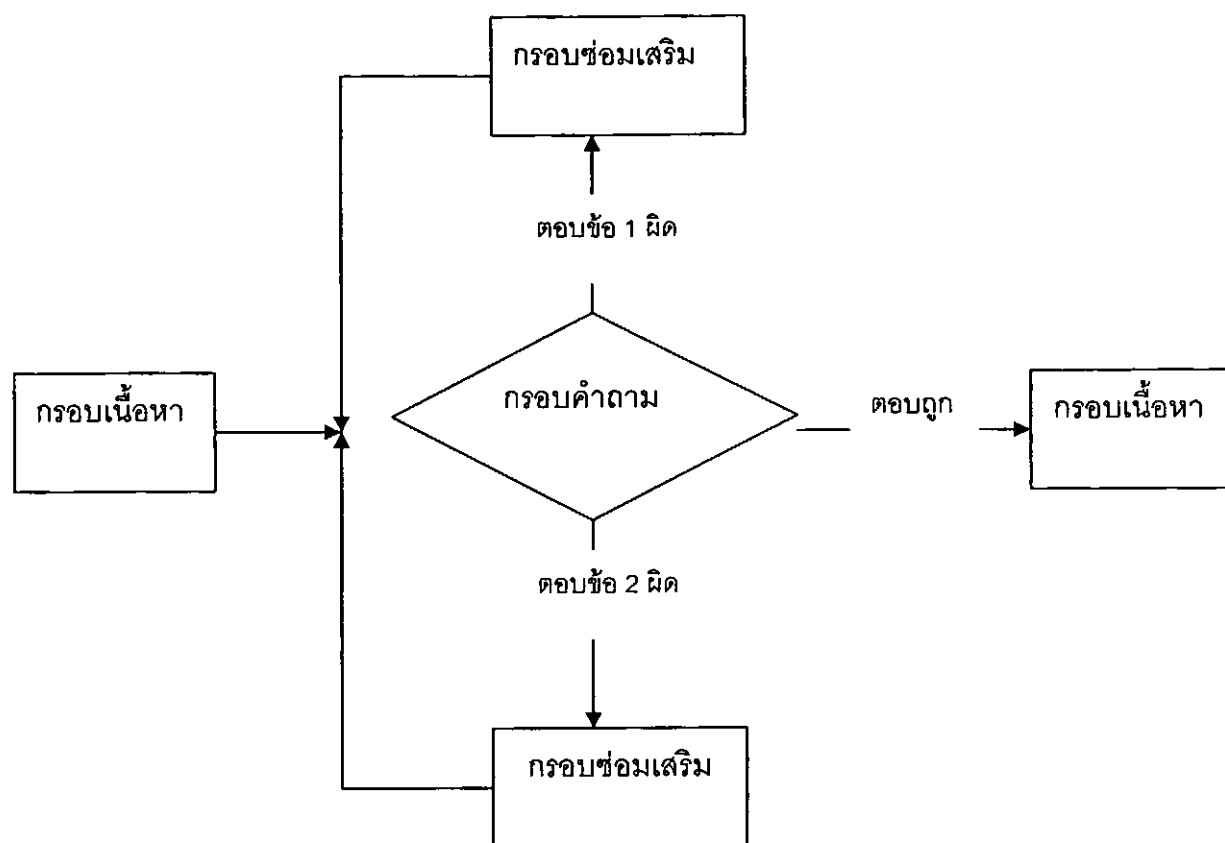
ภาพประกอบ 8 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

6 แบบมีห่วงกรอชมเสริม (remedial loops) ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอชมเสริมมีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอชมเสริมเดียว ต่างกันตรงที่แทนที่จะออกเป็นกรอชมเสริมแบบเดียว กลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอชมเสริมหลายกรอชม ประกอบเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอชม เพื่อให้ความรู้และข้อมูลให้ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอชมเนื้อหาเดิม ผังโครงสร้างแบบนี้ เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด



ภาพประกอบ 9 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอชมเสริม

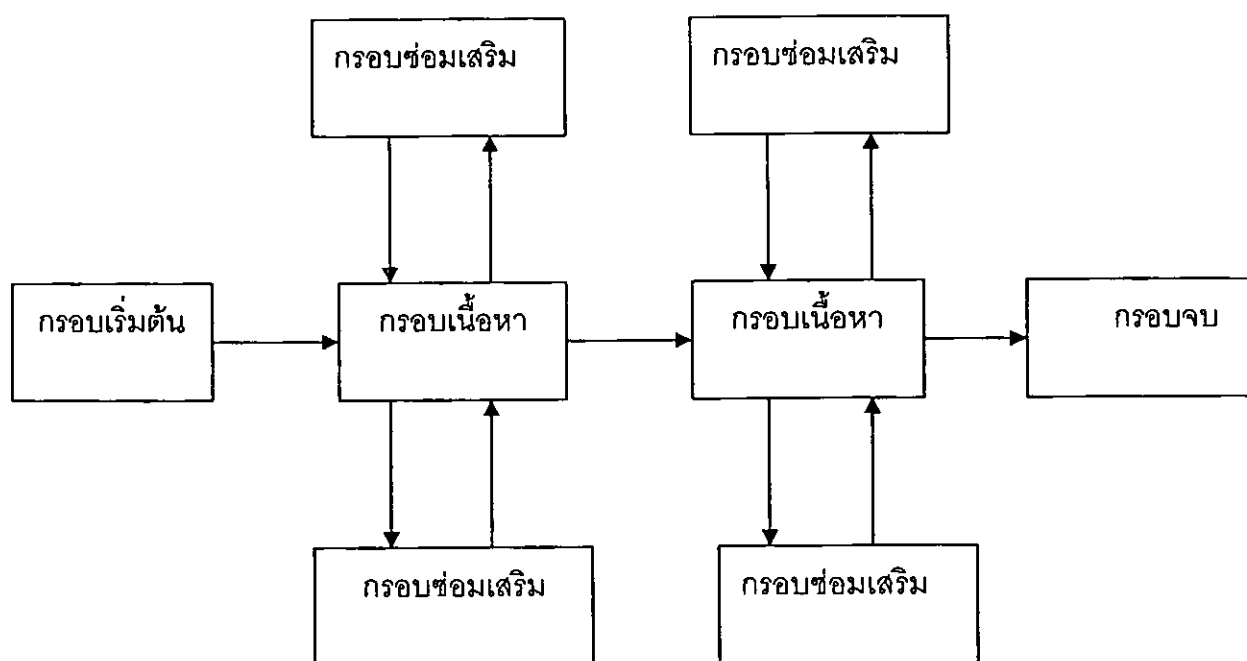
7 แบบกรอชมเสริมหลายกิ่ง (multiple remedial branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอชมเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอชมคำถามที่แตกเป็นกรอชมเสริมตั้งแต่ 2 กรอชมขึ้นไป กรอชมคำถามแต่ละกรอชมจะมีกิ่งออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อยังกรอชมเสริม แล้วจึงส่งผู้เรียนมายังกรอชมคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอชมนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจึงมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอชมใดต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิด บทเรียนจะย้อนกรอชมเสริมก่อนจะกลับไปยังคำถามเดิมใหม่ ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝน และฝึกหัด



ภาพประกอบ 10 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

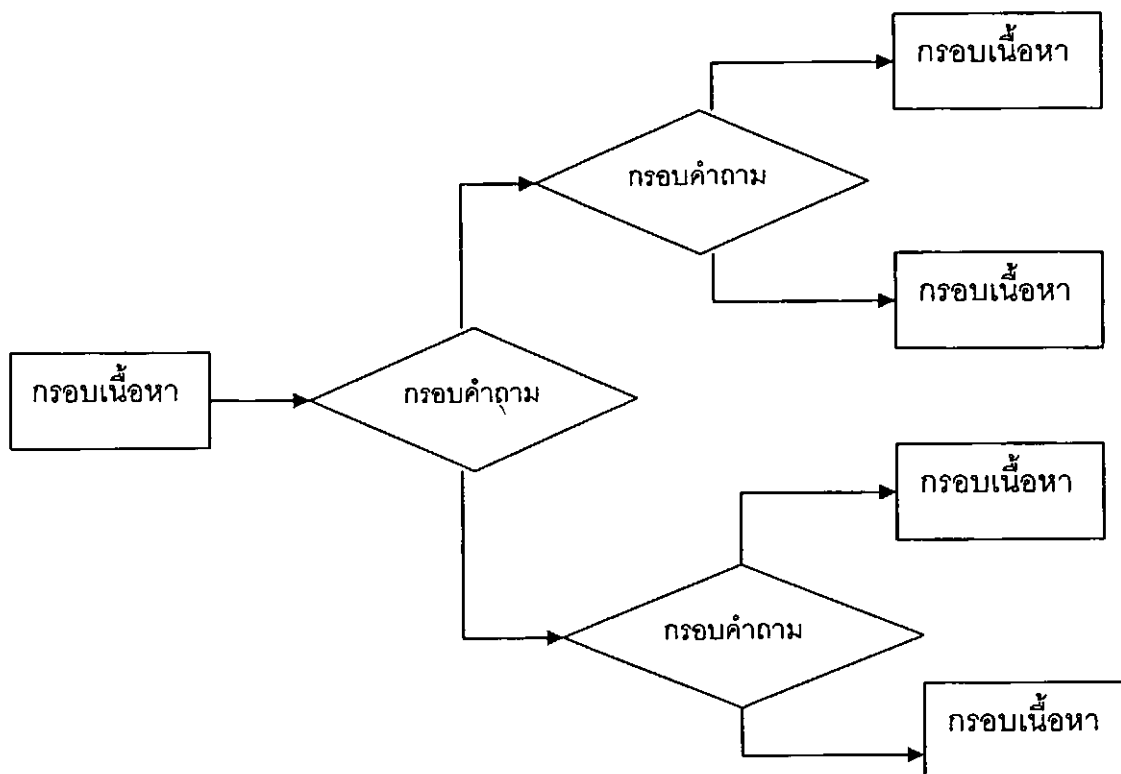
8 แบบแตกกิ่งคู่ (branching frame sequence) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้อง จะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูล que ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้สถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็ต้องไปกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา และความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้นๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาละกรอบซ่อมเสริมบางกรอบ กรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบถูกต้อง โดยมีคำชมเชย เช่น ดีมาก เยี่ยมมาก ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าต่อไปตามด้วยคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อม

ให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าตอบผิดในลักษณะที่ไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ เช่น นำเสียดายที่ตอบผิดไปนิดเดียวเกือบถูก เป็นต้น ตามด้วยคำอธิบายว่าเหตุใดเขาจึงตอบผิด และให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร แต่ไม่บอกให้ผู้เรียนทราบว่าคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากลับไปยังกรอบเนื้อหาใหม่อีกครั้ง รูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด และแบบสถานการณ์จำลอง



ภาพประกอบ 11 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบแตกกิ่งคู่

9 แบบกิ่งประกอบ (Compound branches) ผังโครงสร้างบทเรียนแบบนี้ใช้กันมากในการเรียน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือสถานการณ์แก้ปัญหา คำถามจะเป็นรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพประกอบ 12 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกึ่งประกอบ

จากลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง แบ่งออกเป็น 9 แบบ แบบซ้ำกรอบเดิม แบบสอบก่อนข้ามกรอบ แบบข้ามและย้อนกรอบ แบบหลายเส้นทาง แบบกรอบซ่อมเสริมเดียว แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่งแบบแตกกิ่งคู่ และ แบบกึ่งประกอบ ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง ทั้ง 9 แบบ นำมาผสมกัน

## 1.7 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรม (programme instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกัน (วารินทร์ รัตมีพรหม 2524 : 6) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ ทำให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถแก้ไขข้อบกพร่องบางอย่างของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความรวดเร็วในการเสนอเนื้อหา การซ่อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนดังนี้ (วสันต์ อดิเทพ 2530 ก 19-21, 2530 ข 77-80)

1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียนและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่า เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจไม่ว่าจะเป็นลักษณะของภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือเป็นการผสมผสานกันหลายๆอย่าง เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (menu) เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนรู้ก่อนหลังด้วยตนเอง

2 ขั้นการเสนอเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในหัวข้อเรื่องใด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ(frame) โดยอาจจะเสนอเนื้อหาในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียง ต่างๆ ตลอดจนกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว (animation) ซึ่งสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆ แต่ละกรอบ หรือจะเสนอเนื้อหาที่ละเอียดขึ้นโดยการเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามความสามารถของเขาและมีการชี้แนะ(prompting cues)หรือจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อที่จะช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3 ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากการที่เสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อที่จะวัดว่าผู้เรียนนั้นมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องที่เรียนผ่านมา ก็จะมีการทบทวน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์(keyboard) นอกจากนี้แล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้ที่เรียนได้อีกด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบได้ในเวลาที่กำหนด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือให้

4 ขั้นการตรวจคำตอบ เมื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้รู้ทันที อาจออกมาในรูปแบบของ ข้อความกราฟิก หรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง เช่นการได้รับการชมเชย เสียงเพลง หรือแม้กระทั่งให้ภาพกราฟิก และถ้าผู้เรียนตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้ให้หรือให้การ ช่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้ตอบคำถามนั้นใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้อง จึงไปเรียนหัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่ง จะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้นๆ

5 ขั้นของการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนได้เรียนบทเรียนนั้นๆ จบแล้วคอมพิวเตอร์ช่วย สอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่ม (random) ข้อสอบออกมาจากคลังของข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละ คนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรกได้ หรือแอบไปรู้ คำตอบนั้นมาก่อน เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้วผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของ ตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลา ที่ใช้ในการ เรียนในหน่วยนั้นๆ เป็นต้น

จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปการเรียนรู้ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนรายบุคคล มีลักษณะการ เรียนดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการเสนอเนื้อหา ขั้นคำถามและคำตอบ ขั้นการตรวจคำตอบ และ ขั้นของการปิดบทเรียน

## 1.8 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีอยู่หลายโปรแกรมที่สามารถนำมา เขียนเป็นโปรแกรมการสั่งงาน ให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติงานตามบทเรียนที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับงานวิจัย ครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมและสรุปสาระสำคัญของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จาก งานวิจัยของ ศรีรัตน์ ไตรอด (2537 4-7) เรื่องลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับครูมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ ของภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนี้

### 1 การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

1.1 ระบบโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ หรือนักวิชาการ บางท่าน เรียกว่า ระบบนิพนธ์บทเรียน (authoring system) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นด้วยผู้เชี่ยวชาญ และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรม ซึ่งออกแบบไว้สำหรับสร้าง และนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนโดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานง่าย และสะดวกต่อผู้สอนที่ไม่มีทักษะด้านการเขียนโปรแกรม ระบบโปรแกรมชนิดนี้ใช้ในต่างประเทศ และได้มาตรฐานได้แก่ พลาโต (Plato) ออเธอร์แวร์โปรเฟสชันแนล

(authorware professional) มัลติมีเดียทูลบุ๊ก (multimedia toolbox) ไฮเปอร์การ์ด (hypercard) และไอคอนออเธอร์ (icon author) เป็นต้น

1.2 ระบบที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ เช่น พีซีสตอรี่บอร์ด (pc story board) โชว์พาร์ทเนอร์ (show partner) เพนท์บริช (paint brush) ดีเบส (Dbase)

2 การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษาซี ปาสคาล เบสิก เทอร์โบเบสิก ซึ่งระบบนี้อยู่ในวงการของนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นส่วนมาก

โปรแกรมช่วยสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นิยมและนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ออร์เธอร์แวร์ ทูลบุ๊ก โปรแกรมไทยโชว์ โปรแกรมไทยทัศน์ และจุฬาซีเอไอ เป็นต้น สำหรับโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะในการนำเสนอบทเรียน สรุปได้ดังนี้

โปรแกรมออร์เธอร์แวร์ จัดเป็นโปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์ ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านประพันธ์เรื่องราว โดยผู้ใช้โปรแกรมนี้อย่างไม่ต้องมีความรู้ในภาษาคอมพิวเตอร์ ก็สามารถเรียนรู้การใช้โปรแกรมนี้อย่างได้ การสร้างโปรแกรมออร์เธอร์แวร์ไม่ต้องมีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมเหมือนโปรแกรมภาษา แต่ต้องใช้สัญลักษณ์หรือไอคอน โดยการนำเอาไอคอนไปเรียงไว้บนเส้นลำดับบทเรียน หรือผังงานที่ปรากฏบนหน้าจอ เพื่อกำหนดการแสดงผลข้อความ หรือกำหนดคุณสมบัติอื่นๆ ของไอคอนนั้น

โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก เป็นโปรแกรมที่ใช้กระบวนการสร้างงานหลายวิธี กล่าวคือ การใช้เครื่องมือที่ปรากฏบนจอ และการใช้ภาษาสคริปต์ในการเสนอบทเรียนด้วยตัวอักษร และสามารถรวมเอาภาพวาด ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง ประกอบกันในรูปแบบมัลติมีเดีย โปรแกรมที่สร้างด้วยทูลบุ๊ก ได้นำแนวคิดเหมือนกับการสร้างงานบนสมุดหนังสือ กล่าวคือ มีตัวหนังสือปรากฏในหน้ากระดาษ เรียกว่า บัญชี (book) และภายในห้องสมุดมีหน้าของหนังสือ ซึ่งเรียกว่าเพจ (page) สามารถเปลี่ยนหน้าไปมาได้ ในสมุดหนึ่งๆ จะมีกี่หน้าก็ได้ขึ้นอยู่กับบทเรียนที่สร้าง

โปรแกรมไทยทัศน์เป็นโปรแกรมของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้ให้ความสนับสนุน เนื่องจากได้เห็นความสำคัญและการนำประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอน ทั้งได้ตระหนักถึงปัญหาด้านการขาดแคลนการช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เป็นภาษาไทย โปรแกรมไทยทัศน์จัดเป็นโปรแกรมที่มีขีดความสามารถขั้นพื้นฐาน โดยมุ่งเน้นการใช้งานให้ง่าย เพื่อให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์สามารถสร้างบทเรียนที่ต้องการได้ จึงทำให้มีรูปแบบโปรแกรมที่ใช้คำสั่งต่างๆ เป็นเมนู หรือเลือกรายการบนหน้าจอโดยผู้ใช้สามารถจัดข้อความ และภาพกราฟิกได้โดยไม่ต้องรู้คำสั่งการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมจุฬาซีเอไอ นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้กับคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถใช้สร้างบทเรียนทั้งประเภทที่มีตัวอักษร หรือใช้สร้างบทเรียน ประเภทมัลติมีเดีย ซึ่งมีภาพกราฟิก ภาพนิ่ง เป็นต้น

โปรแกรมไทยโซว์ มีลักษณะเป็นโปรแกรมภาษาออเธอริง (authoring language) คือโปรแกรมที่อยู่บนพื้นฐานของการเขียนคำสั่ง แต่ลักษณะของการเขียนจะไม่มีที่ซับซ้อนและยุ่งยาก

โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในงานวิจัย ครั้งนี้ คือ โปรแกรมออร์เธอร์แวร์ เพราะเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา สามารถใช้สี สัน เสียง รูปภาพกราฟิกที่เคลื่อนไหวได้ มีรูปแบบการแสดงผลให้เลือก มีรูปแบบการทำแบบทดสอบให้เลือก การคิดคะแนนผู้เรียนค่อนข้างสมบูรณ์ มีความยืดหยุ่น

## 1.9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล 2528 )

1 ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียน เป้าหมายเพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตาม หลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใดควรใช้ เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีความรู้ขนาดใด ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาประสบการณ์ การสอนวิชาที่กำหนดนี้ของตนเองและของผู้สอนคนอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนต่อไป

2 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนดเป็นสิ่งสำคัญ และจะต้อง จัดเขียนขึ้นเอง ทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไป การเขียน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

3 เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง ซึ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ จะต้องมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียบเรียงวัตถุประสงค์ เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดีและกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสม จะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียนได้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4 วิเคราะห์เนื้อหา จัดเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและ คำถามนำร่องที่ได้จัดทำไว้ นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียบเรียงเนื้อหาวิชาให้อยู่ในระบบ ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิ ข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหาที่ สมบูรณ์ด้วย

5 จัดชยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู- อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมากๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้น จำเป็นต้องชยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อย และผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อเรื่องต่อไปโดยไม่สับสนหรือขาดตอน

6 การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกะทัดรัด เป็นประโยคที่ง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ข้อความในกรอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยของเนื้อหาประกอบด้วยกรอบข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ

6 1 กรอบหลัก (set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูล โดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

6 2 กรอบฝึกหัด (practice frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

6 3 กรอบส่งท้าย (Terminal frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

6 4 กรอบรองส่งท้าย (sub – terminal frame ) เป็นกรอบต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไขความเข้าใจผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้ายเป็นกรอบที่เสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจถูกต้องยิ่งขึ้น แต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7 เข้ารหัสโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสนี้ หมายความว่าโครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นต้องแปลง ข้อมูล เช่น แบบ generative หรือแบบ artificial intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าเป็นโปรแกรมออเธอริ่ง (authoring system) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่ายๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัสก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่าย ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

8 ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ การป้อนบทเรียนเข้าป็นี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่คิด เพราะการจัดลำดับบทเรียนจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมในส่วนอื่นๆ ต่อไป

9 ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยจากไมโครคอมพิวเตอร์เมื่อป้อนบทเรียนเข้าป็นหมดแล้ว ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย ปรับปรุงถ้าจำเป็น

10 ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบดูผลว่าจะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใด หากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก็ควรจะมีการแก้ไขเสียก่อนนำออกไปใช้จริง

11 เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

12 การติดตามผลการเรียนของผู้เรียน เป้าหมายนี้เป็นปัจจัยที่จำเป็นมากเมื่อการเรียนโดยบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ให้ผลการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้ อย่างไร มีจุดบกพร่องหรือประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ให้ดีขึ้นต่อไป

จาก ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย กำหนดวัตถุประสงค์ เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วิเคราะห์เนื้อหา จัดชอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย สร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด เข้ารหัสโปรแกรมที่กำหนด ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยจากไมโครคอมพิวเตอร์เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมดแล้ว ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมาย และติดตามผลการเรียนของผู้เรียน

#### 1 10 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โจเนสเซนส์ และฮันนัม (Jonassen and Hannum 1987 7-14) ได้กล่าวว่าการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และศิลปะ การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (Systems Approach) นักออกแบบที่ได้รับความสำเร็จนั้นต้องใช้ประสบการณ์และความนึกคิดของตนเองเท่ากับที่ต้องอาศัยวิธีการจัดระบบ ทั้งนี้เพราะเรายังไม่เข้าใจแน่ชัดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือการใช้คอมพิวเตอร์ได้โดยตรง แต่มีขบวนการที่เป็นสื่อ เช่น ภาษา หรือ Authoring System ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วย

องค์ประกอบ 4 ประการ ของการเรียนรู้และเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผลงานวิจัยและหลักการเรียนรู้ นำมาเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติคือ (1) การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (2) การตอบสนองของนักเรียน (3) ข้อมูลย้อนกลับ (4) การควบคุมบทเรียน

1 การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่สอน (Design of the Stimulus) นักเรียนสามารถเห็นข้อมูล (Information) ได้บนจอภาพ โดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักการรับรู้มาใช้มาก แต่เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

- 1 1 คำสั่งแต่ละกิจกรรมต้องชัดเจน
- 1 2 จัดเตรียมตัวอย่างของคำสั่งนั้นให้สมบูรณ์
- 1 3 เรียบเรียงโดยบรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ
- 1 4 ใช้แผนภูมิหรือ Outline เพื่อแสดงให้เห็นว่าเนื้อหานั้น มีความสัมพันธ์กับ

สาขาวิชาอย่างไร

- 1 5 บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบโดยคำนึงถึงผู้เรียน

- 1 6 เตรียมการอุปมาอุปมัย ซึ่งมีความสัมพันธ์
- 1 7 คำถามในบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1 8 ถามคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียนบทเรียนแต่ละตอน และหลังเรียน

#### บทเรียน

- 1 9 ใช้คำถามที่จับใจผู้ฟัง
- 1 10 กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
- 1 11 เริ่มบทเรียนโดยใช้ Pre-Test
- 1 12 ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนกลับไปดูคำบรรยายเพื่อดูคำตอบแต่ควรจะให้ข้อมูล

#### ย้อนกลับ

- 1 13 เมื่อสิ้นสุดในส่วนของคำบรรยาย ให้ผู้เรียนเลือกการทบทวนเนื้อหาก่อน

#### ตอบคำถาม

- 1 14 อาจใช้สี การขีดเส้นใต้ ระบายสี ตีกรอบ ใช้ลูกศร การเคลื่อนไหวเป็น

#### จุดรวมความสนใจของผู้เรียน

- 1 15 ในการเสนอเนื้อหาตัวอักษรจะต้องไม่กระพริบ
- 1 16 ควรใช้วิธีการเน้นเนื้อหาได้ไม่เกิน 3 อย่างใน 1 บทเรียน และใช้ใน

#### จุดมุ่งหมายเดียวกัน

- 1 17 ควรอธิบายการใช้ Highlight และสิ่งที่ผู้เรียนควรทำในตอนต้นของ

#### บทเรียน

- 1 18 ควรออกแบบให้สามารถปรับระดับความยากง่ายได้เหมาะสมกับผู้เรียน

#### แต่ละคน

- 1 19 การจัดระบบเนื้อหาจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมกับโครงสร้าง เช่น

#### การอธิบาย การเปรียบเทียบ

- 1 20 ใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และสิ่งที่สนใจ

2 การตอบสนองของนักเรียน การเรียนหลายอย่าง สิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของการเรียน คือการรู้จักพื้นฐานของสิ่งที่เรียน การฝึกหัดเพิ่มเติม ในการตอบสนองของผู้เรียนนั้น ผู้เรียนมีความรู้ ในคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่ง พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ ด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กลไกการป้อนข้อมูล ซึ่งมีหลักการ ดังต่อไปนี้

2 1 ไม่จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองแบบเปิดเผย

2 2 ศิลปะในการถามคำถาม หรือคำสั่งในการทบทวนเพื่อกระตุ้นให้มีการ

ตอบสนองโดยไม่ต้องเปิดเผย

2 3 ให้ผู้เรียนประเมินตนเองถึงระดับความเข้าใจในเนื้อหา

2 4 ถ้าต้องการประเมินผล หรือให้ข้อมูลย้อนกลับก็จะต้องมีการตอบสนองโดย

เปิดเผย

2 5 จัดเตรียมการตอบสนองซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดที่กล่าวไว้ใน

วัตถุประสงค์

2 6 จัดกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหากับความรู้เดิมของ

ผู้เรียน

2 7 ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับ

ความคิดรวบยอดของบทเรียน

2 8 นอกจากการประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เราอาจจะให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกัน หรือครูหรือประเมินโดยใช้สมุดแบบฝึกหัด

2 9 การแสดงข้อมูลต้องสามารถระลึกโดยใช้ภาพหรือเรื่องราว

2 10 ต้องให้ผู้เรียนบอกหรือชี้ ในส่วนที่ขาดหายไป

2 11 อนุญาตให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาได้เอง

2 12 ใช้การกดแป้นเดียวในการตอบกับนักเรียนในชั้นเล็กๆ

2 13 ไม่ควรใช้แป้นพิมพ์เดียวในการตอบสำหรับการเรียนที่ต้องใช้ความคิดใน

ระดับสูง

2 14 ควรใช้วัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบด้านความจำหรือการระลึกได้

2 15 สำหรับการเรียนในระดับสูงให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง แต่ต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน

2 16 สำหรับในระดับต่ำอาจจะออกเป็น Template

3 ข้อมูลย้อนกลับ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมือนกับสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบอื่น คือ มีกระบวนการสื่อสารข้อมูล มีข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับแต่ละอย่างที่ผู้เรียนได้รับ แล้วแต่ชนิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องพิจารณาด้วยก็คือ เวลาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งต้องให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบคำถามหรือทำกิจกรรม โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

3 1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้ผลตอบสนอง โดยคำถามให้ข้อมูลย้อนกลับจากคำตอบของผู้เรียน

3 2 ข้อมูลย้อนกลับ ต้องสัมพันธ์กับการตอบสนองของผู้เรียน

3 3 พยายามหลีกเลี่ยงข้อมูลย้อนกลับ ชนิด ถูก/ ผิด เพราะข้อมูลย้อนกลับแบบนี้ เป็นเพียงการยืนยันคำตอบ

3 4 เมื่อผู้เรียนตอบถูก ควรจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อจะได้ทราบว่าคำตอบ ถูกเพราะอะไร และให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อผู้เรียนตอบผิดเพราะอะไรทำไมจึงผิดและคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คืออะไร

3 5 เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดควรที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามเดิมอีกครั้ง แต่ถ้าผู้เรียนยังตอบผิดอีก ก็จะต้องบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายว่าทำไมจึงถูกต้อง

3 6 ผู้เรียนที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน ควรจัดเตรียมข้อมูลย้อนกลับที่ต่างกันด้วย

3 7 ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ข้อมูลย้อนกลับต้องเป็นแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม และ ถ้าตอบผิดควรให้คะแนนหรือคำชมเชย ในบางส่วนของที่ถูกต้อง

3 8 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ต้องให้ทันทีทันใดหลังจากการตอบสนองของผู้เรียน ในการเรียนเนื้อหาใหม่ ๆ

3 9 การให้ข้อมูลย้อนกลับตอนไหนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ถ้าการเรียนรู้ในระดับต่ำ เช่น ระดับความจำ ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับทุกครั้ง ถ้าเป็นการเรียนรู้ระดับสูงหรือระดับที่เป็นนามธรรมควรใช้ตอนท้ายของบทเรียน

3 10 คำที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่ควรใช้ซ้ำๆ กัน เหมือนๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว แต่ควรจะเปลี่ยนให้แตกต่างออกไป

3 11 หลีกเลี่ยงการใช้คำว่าดีมาก ยอดเยี่ยมในข้อมูลย้อนกลับ

3 12 ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นการสร้างเสริมคือ มีทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าข้อเสนอแนะหรือติชมอย่างง่าย ๆ

#### 4 การควบคุมบทเรียน มีหลักการดังต่อไปนี้

4 1 ควรมีการทดสอบก่อนเรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คะแนนสูง สามารถเลือกวิธีการเรียนและระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ แต่ถ้านักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำ ควรจะให้เรียนไปตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน

4 2 ควรให้คำแนะนำกับนักเรียนที่เกี่ยวกับตัวเลือก ในการควบคุมบทเรียน

4 3 ควรจัดความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการเรียงคำถามที่ง่ายไปหาคำถามที่ยาก และควรคำนึงถึงชนิดเนื้อหา และ

ความสัมพันธ์ของเนื้อหาด้วย

4 4 ควรที่จะมีตัวอย่างของคำถามและคำตอบ และไม่สมควรอย่างยิ่งที่จะให้ผู้เรียนข้ามกรอบของตัวอย่าง

4 5 เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกจำนวนคำถามตามความต้องการได้ และหลังจากตอบคำถามแบบฝึกหัดในแต่ละข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป หรือเลือกที่จะเรียนเรื่องต่อไป

4 6 นักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะ เช่น ในขณะที่กำลังทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป สามารถหยุด และกลับไปยังบทเรียนได้

4 7 หลังจากที่ผู้เรียนจบบทเรียนนั้นแล้ว ควรแสดงคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วย

นอกจากนี้ สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 77- 88 ) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ กาเย่ ( Gagne) ดังนี้

1 การสร้างความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน ( Gain Attention) ทำได้โดยใช้ ภาพ แสง สี หรือ การประกอบกันหลายๆ อย่าง ในการสร้าง ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก ภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2 บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ในขั้นนี้นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา แล้วยังบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้วยว่าควรใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจ โดยทั่วไปไม่กำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้างต่อเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟิกง่ายๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3 ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิมเตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4 ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานาน เข้าใจ

ยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบช่วยเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้แนะ (Cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลายๆแบบ

5 แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งยอมนำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบซ้ำๆ และไม่ควรมีคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียน โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและผลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันมีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่ายๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความหมายใกล้-ไกล จากจุดหมาย และควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

8 ทดสอบ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงจุดประสงค์กับบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบและต้องคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตอบคำถาม ไม่ควรตัดสินใจว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรคผิด ใช้แบบอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9 การนำความรู้ไปใช้ (Promote Retention And Transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบ ความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร เพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ ความรู้ใหม่ อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง การสอน 9 ขั้นตอน ของ กาเย ได้นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิด ความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง

จากการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรพิจารณา ดังนี้ การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน การตอบสนองของนักเรียน ข้อมูลย้อนกลับ และ การควบคุมบทเรียน โดยประกอบด้วย การเร้า ความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน ทบทวนความรู้เดิม ให้เนื้อหาและ ความรู้ใหม่ การโต้ตอบควรมีหลายๆแบบ แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา กระตุ้นการตอบสนอง ให้ข้อมูลย้อนกลับ ทดสอบ และการนำความรู้ไปใช้

#### 1.11 การพัฒนาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบการสอนที่อาศัยการ ประยุกต์ของหลักจิตวิทยาการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ ผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดในการพัฒนา คอมพิวเตอร์ของนักการศึกษา ดังนี้

เคมพ์ (Kemp 1985 : 248) ได้สรุปขั้นตอนของการพัฒนาไว้ดังนี้

- 1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้
- 2 ออกแบบและเขียนผังงาน(Flow chart)ตามลำดับขั้นของกระบวนการสอนที่ ออกแบบไว้
- 3 พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวน และเสนอแนะ
- 4 วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
- 5 เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 6 เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียนโดยใช้เทคนิคด้านภาพและเสียง
- 7 จัดเตรียมวัสดุ สิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
- 8 ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

รอมมิสซอร์สกี (Romiszowski 1986 : 271-272) ได้สรุปขั้นตอนไว้ดังนี้

- 1 การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
- 2 วิเคราะห์พฤติกรรม เป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการ เพื่อสร้างรูปแบบบทเรียน
- 3 ออกแบบบทเรียน

- 4 สร้างบทเรียนตามที่ออกแบบไว้
- 5 เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
- 6 ทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
- 7 ประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์และด้านการสอน

แฮนนาฟิน และเพค (Hannafin and Peck 1988 46-50) ได้อาศัยหลักการและการประยุกต์จากทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม (Behavioral learning theory) โดยเน้นความสำคัญของสิ่งเร้าและพฤติกรรม การตอบสนอง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ และแรงเสริมอื่นจะช่วยให้เกิดพฤติกรรม นอกจากนี้ยังใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม (Cognitive learning theory) โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนรับสิ่งเร้าผ่านกระบวนการสัมผัส แล้วจัดเก็บไว้ในความจำระยะสั้น (Short-term storage) แล้วแปลงรูปเป็นรหัส (Encoding) เพื่อเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long-term storage) หลังจากนั้นสามารถเรียกมาใช้ได้ จากทฤษฎีดังกล่าวแฮนนาฟินและเพค ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

- 1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องออกแบบให้มีการตอบสนองต่อผู้เรียนทันทีหลังจากได้รับสิ่งเร้า
- 2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการเสนอสิ่งเร้าหรือคำถามซ้ำๆ กัน เพราะการฝึกปฏิบัติจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และการจำ รวมทั้งเป็นการยืนยันผลการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรแสดงผลย้อนกลับ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิด และยังเป็นแรงเสริมต่อผู้เรียน
- 4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรเร้าหรือคำถามที่มีลักษณะสนับสนุนให้ผู้เรียนตอบสนองอย่างถูกต้อง เพื่อเกิดกำลังใจในการเรียน
- 5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรส่งเสริมการนำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนกำลังเรียน
- 6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดโดยกระบวนการที่ได้เรียนรู้แล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน
- 7 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีลักษณะเป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน
- 8 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรให้เวลาในกิจกรรมการเรียนที่มากพอสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนประสบความสำเร็จในการเรียน และเกิดแรงจูงใจในการเรียนเรื่องต่อไป

จากแนวคิดดังกล่าว แชนนาพิน และเพค ได้สรุปหลักการออกแบบและพัฒนา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1 พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ด้านพุทธิศึกษา ตามแนวคิดการฝึกทักษะการเรียนรู้ของ กาเย่ แวกเกอร์และโรจาส (Gagne ,Wager and Rojas 1981 17-26) ซึ่งแบ่งกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 9 ระยะ คือ 1) ระยะตื่นตัว (Alertness) 2) ระยะ คาดหวังอยากรู้ (Expectation) 3)ระยะระลึกความจำ (Retrieval to working memory) 4) ระยะ เลือกรับรู้ (Selection perception) 5) ระยะเข้ารหัสความหมาย (Semantic encoding) 6) ระยะ ตอบสนองสิ่งที่รู้ (Retrieval and responding) 7) ระยะเสริมแรง (Reinforcement) 8) ระยะ ชี้นำสาระสำคัญ (Cueing retrieval) 9) ระยะสรุปใจความสำคัญ (Generalized) ซึ่งทั้งเก้า ระยะนี้จะหมุนเวียนเป็นวัฏจักร ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย

1 1 การเร้าความสนใจ เช่น ใช้รูปภาพช่วย

1 2 การบอกจุดประสงค์ของบทเรียน

1 3 การทบทวนความรู้เดิม ให้ความรู้ ทักษะและยุทธวิธีแก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์

1 4 การเน้นประเด็นสำคัญ ด้วย แสง สี ตัวอักษรพิเศษ เป็นต้น

1 5 การชี้แนวทางการเรียนรู้ เช่น แนะนำการเรียนเพิ่มเติม

1 6 การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง เช่น ให้แบบฝึกหัด

1 7 การแจ้งผลย้อนกลับแก่ผู้เรียน

1 8 การประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งหมด

1 9 การย้ำความจำและการนำความรู้ไปใช้

2 ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีลักษณะเป็นการเรียนรู้รายบุคคล ซึ่งควร ออกแบบการนำเสนอบทเรียนแบบแตกกิ่ง (Branching) เพราะการแตกกิ่งอาจจะเกิดขึ้นจากผลของ การกระทำของผู้เรียนแต่ละคน หรือผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือก

3 ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีการโต้ตอบกับผู้เรียนให้มาก ซึ่งจะก่อให้เกิดผล การเรียนรู้หลายประการ เช่น ช่วยฝึกการนำความรู้ไปใช้

4 ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แสดงผลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่ง คูลฮาวิ (Kulhavy 1977 211 -232) ได้สรุปผลและการเสนอแนะผลวิจัยเกี่ยวกับผลย้อนกลับไว้ 2 ข้อ คือ

4 1 การแสดงผลย้อนกลับทางลบ จะทำให้การเรียนรู้มีคุณค่ามากกว่าผลย้อนกลับ ทางบวกเพราะการแจ้งผลทางลบจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนซ่อมเสริม และระมัดระวังการตอบผิดยิ่งขึ้น

4 2 ถ้าตอบถูกก็ไม่จำเป็นต้องแจ้งผลย้อนกลับให้ผู้เรียนทราบ แต่ควรรวมข้อถูกทั้งหมดแจ้งผลให้ผู้เรียนทราบในช่วงท้าย แล้วตามด้วยการเสริมแรงให้กำลังใจด้วย

5 ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนการสอน และการวัดประเมินผล

7 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมดควรจัดให้ผู้เรียนควบคุมการใช้โปรแกรมได้อย่างสะดวก เช่น จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่เรียงลำดับอย่างเป็นระเบียบ และเวลาที่จัดไว้ในแต่ละหน่วยมีความพอดี เป็นต้น

8 เสนอเรื่อง (Storyboard) บนจอภาพ และประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นจุดสนใจของผู้เรียน โดยมุ่งความสำเร็จของผู้เรียนเป็นสำคัญ

9 ประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบ่อยๆ โดยยึดแนวทางการเรียนการสอนและส่วนตลกต่างอื่นๆ ของหลักสูตร ตลอดจนการเขียนโปรแกรม

10 การออกแบบการแสดงผลบนจอภาพควรใช้ความปรานี ซึ่ง เจ(Jay 1983 22-26) ได้เสนอแนะไว้ 6 ข้อคือ

10 1 ใช้เพียงประเด็นเดียวที่ยาวเพียง 1-2 ประโยค ในช่วงเวลาหนึ่ง

10 2 ให้เวลากับผู้เรียนอย่างเพียงพอในการควบคุมจอภาพ

10 3 การเลือกภาพบนจอควรจัดให้เหมาะสม

10 4 ควรใช้อุปกรณ์ช่วยเมื่อสื่อสารด้วยตัวอักษร

10 5 ควรใช้ภาษาที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม

10 6 ควรใช้การตีกรอบ สี หรือ การเน้นด้วยแสงพิเศษเพื่อเน้นประเด็นสำคัญ

11 ใช้สื่ออื่นเพิ่มเติมตามความเหมาะสม เช่น หนังสืออ่านประกอบ

อเลสซี และ ทรอลลิป (Alessi and Trollip 1991 11-13) กล่าวถึงการอาศัยองค์ประกอบของทฤษฎีปัญญาญาณสำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1 การรับรู้และความสนใจ (Perception and attention) เพราะการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความสนใจต่อสิ่งเร้า และรับรู้สิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการออกแบบการนำเสนอต้องเหมาะสมและเร้าความสนใจตลอดเวลา

2 ความจำ (Memory) เพราะเนื้อหาที่เรียนรู้ จะต้องเก็บไว้ในหน่วยความจำและสามารถนำออกมาใช้ได้ ซึ่งหลักที่จะช่วยในการจำของผู้เรียนมีสองประการ คือ หลักการจัดและรวบรวม (Organization) และหลักการกระทำซ้ำ (Repetition) ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีแบบฝึกหัดซ้ำๆกัน

3 ความเข้าใจ (Comprehension) ผู้เรียนที่มีความเข้าใจจะต้องสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีกิจกรรมที่จะประเมินความสามารถด้านนี้

4 การเรียนรู้แบบกิจกรรม (Active Learning) ผู้เรียนควรได้เรียนรู้จากการกระทำ ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการโต้ตอบกับผู้เรียนให้มากพอ

5 แรงจูงใจ (Motivation) เพื่อสร้างแรงจูงใจและความสนใจ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรคำนึงถึงการสร้างความท้าทาย สร้างความกระตือรือร้นแก่ผู้เรียน และการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการควบคุมการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6 สภาพการควบคุม (Locus of control) การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การควบคุม ลำดับการนำเสนอ ควบคุมเนื้อหาและวิธีการตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆ

7 การถ่ายโยงความรู้ (Transfer of learning) ผู้เรียนควรสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่มีลักษณะเหมือนจริงตามวิธีการที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8 ความแตกต่างระหว่างบุคคล การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรคำนึงถึงระดับความสามารถของผู้เรียน ควรมีการช่วยเหลือผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ

จากแนวคิดดังกล่าว อเลสซี และทรอลลิป (1991 245-248) ได้สรุปขั้นตอนไว้ดังนี้

- 1 กำหนดจุดมุ่งหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2 รวบรวมเอกสารต่างๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการพัฒนา
- 3 ศึกษาเนื้อหาของบทเรียนให้แจ่มแจ้ง
- 4 ระดมความคิดเพื่อสรุปแนวคิดในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 5 ออกแบบการสอนจากการวิเคราะห์เนื้อหา และเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสม
- 6 เขียนผังงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อบอกทิศทางการดำเนินเรื่องและ การโต้ตอบกับผู้เรียน
- 7 เขียนเรื่องบนกระดาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา คำถาม ผลย้อนกลับและอื่นๆ ที่จะแสดงบนจอภาพของคอมพิวเตอร์
- 8 แปลงจากภาพบนกระดานตามเรื่องที่เขียนไว้ให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์

9 ผลิตภัณฑ์อื่นๆ สนับสนุน เช่น คู่มือสำหรับผู้เรียน แบบฝึกหัด เป็นต้น

10 ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่า ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักการ

ศึกษาทั้งสามแนวคิด มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งสรุปเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1 ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

1 1 ศึกษาเนื้อหา

1 2 วิเคราะห์เนื้อหา

1 3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1 4 วิเคราะห์ผู้เรียน

1 5 ออกแบบและสร้างบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1 6 เขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อประเมินประสิทธิภาพ

ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และปรับปรุงแก้ไขจนมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

### 1 12 จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบ ถูกพัฒนาขึ้นมาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเน้นการใช้คอมพิวเตอร์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพราะการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลนั้นมุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างตามความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความถนัด หรือนำเอาทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ตามวิธีทางของเขาเอง และใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งๆ แตกต่างกันไป (เสาวณีย์ ศึกษาบัณฑิต 2528 159 - 160) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมานั้น จึงต้องสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย หรือมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์น้อยได้ ดังนั้นการพัฒนาต้องเน้นในเรื่องการใช้อย่าง ต้องลองผิดลองถูกได้ ดังนั้นหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกแนวคิด มุ่งให้ใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะสื่อการเรียนการสอน ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตของกระบวนการเรียนการสอนให้มีคุณภาพสูงสุด โดยทรัพยากรน้อยที่สุด โดยต้องสามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (นิพนธ์ สุขปรีดี 2531 24-26) ดังนี้

1 ระบบการเรียนการสอนที่ดีต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน (gradual approximation) โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีที่ว่า "ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชาที่ต้องการถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอนๆ ที่ละน้อยและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ" ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูล เนื้อหาวิชาที่ละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

2 จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง (Active participation) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน

3 จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีหลังปฏิบัติสำเร็จ (Immediate feedback) หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จทันที ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้เป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ที่ดีกว่าสื่ออื่นๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ที่ผู้เรียนสามารถแอบดูเฉลยคำตอบ หรือเฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบ หรือปฏิบัติกิจกรรม แต่คอมพิวเตอร์สามารถซ่อนคำตอบไว้จนกว่าผู้เรียนจะปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จ จึงจะให้การตอบสนองผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ทราบผลว่าถูกหรือผิดภายในเสี้ยววินาที

4 จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successive experience) คือ การดำเนินการจัดการ การชักนำเข้าสู่กิจกรรมที่ถูกต้อง (Leading of the prompt) ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นที่ผ่านมาทั้ง 3 ข้อ

4 1 แบ่งเนื้อหาเป็นตอนสั้นๆ เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน เพื่อขจัดปัญหาการรับรู้ และการจำ การลืม กับเนื้อหาจำนวนมากๆ ในเวลาอันสั้น

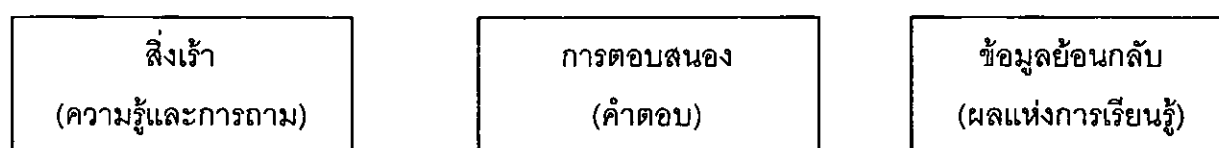
4 2 ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง เพื่อเป็นการคิด ปฏิบัติ การทดลอง และทบทวนความรู้ทุกๆ ขั้นตอน เป็นระยะสั้นๆ

4 3 จะต้องมีการเฉลยผลกิจกรรมที่ผู้เรียนกระทำทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จโดยจับพลันทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว โดยที่เนื้อหาวิชาถูกแบ่งเป็นขั้นตอนสั้นๆ ทำให้ผู้เรียนไม่วิตก

5 จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี (Positive reinforcement) เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชย หรือให้รางวัลรูปอื่นๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะให้ได้เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้องในเรื่องการเรียนการสอน ระบบคอมพิวเตอร์ก็จะตอบสนองโดยไม่ติเตียนและให้กำลังใจที่จะพยายามทำกิจกรรมต่อไปให้ถูกต้อง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทรงพฤติกรรมการอยากรู้อยากเห็น การเรียนปกติ และไม่เลิกเรียนกลางคัน

นอกจากนี้ในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมผู้สอนจะต้องกำหนดความมุ่งหมายอย่างแน่ชัดก่อนว่าต้องการก่อให้เกิดพฤติกรรมเช่นใดขึ้นในตัวผู้เรียน แล้วจึงจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสมตามลำดับที่ต้องการนำผู้เรียนให้ตอบสนอง เมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง ก็ให้การเสริมแรง

ตัวอย่างการนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมมาเป็นหลักฐานของเทคโนโลยีการศึกษาที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ การสอนแบบโปรแกรม ( Programmed Instruction ) เช่นบทเรียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยสิ่งเร้าสั้นๆ เรียกว่า กรอบหรือเฟรม (Frames) การจูงใจ และเร้าใจ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม ได้ตอบสนองและได้รับการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง (ไชยยศ เรืองสุวรรณ 2533 62)



ภาพประกอบ 13 หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป

(ไชยยศ เรืองสุวรรณ 2533 62)

จากทฤษฎีการเสริมแรงในบทเรียนสำเร็จรูปดังกล่าว ถูกระบุว่าคอมพิวเตอร์นำมาประยุกต์ใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งลักษณะของบทเรียน และการทำงานเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปหรือโปรแกรมการสอนอื่นๆ โดยพัฒนาจากรูปแบบที่เป็นเอกสารตำรามาเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอน นอกจากจะสามารถให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนแล้ว ยังสามารถใช้ฝึกปฏิบัติ หรือทบทวนความรู้นั้น โดยวิธีการต่างๆ เช่น การทำแบบฝึกหัดซ้ำหลายๆ ครั้ง ตามความสามารถของผู้เรียน ผู้เรียนบางคนทำได้ บางคนทำได้น้อย บางคนต้องทำหลายครั้ง บางคนทำเพียงครั้งเดียว ในลักษณะเช่นนี้ เราสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้กระทำการเหล่านี้ได้โดยไม่เบียดเบียนทั้งผู้สอนและผู้เรียน เป็นกระบวนการสอนอย่างหนึ่งที่มุ่งตอบสนองการเรียนรู้เป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์จึงกลายเป็นสื่อการสอนที่ดีมากในปัจจุบัน เพราะสามารถโต้ตอบสนทนากับผู้เรียนได้ทันทีทันใด ทำให้บทเรียนดูมีชีวิตชีวา และทำหน้าที่แทนครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (सानนท์ เจริญฉาย 2533 169-170)

จากจิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้สอนต้องคำนึงถึงว่า ระบบการเรียนการสอนที่ดี ต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับ วุฒิภาวะ ทาง การรับรู้ของผู้เรียน จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีหลังปฏิบัติสำเร็จ จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ และจัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี

### 1.13 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กระบวนการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย บุคลากรที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์เสร็จสมบูรณ์ อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วย บุคลากรด้านต่างๆ เกี่ยวข้องดังนี้ (ช่วงโชติ พันธุเวช 2535 69-70 )

1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา บุคลากรฝ่ายนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตรการพัฒนาหลักสูตรรวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน(Learner) ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี เรียกว่าเป็น Resource Person ทางด้านหลักสูตร

2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน บุคคลกลุ่มนี้ หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความชำนาญ มีประสบการณ์ และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่า มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งสามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วย เรื่องการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้อักษร กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การทำรายงานและสื่อการเรียนการสอน ที่ทำให้บทเรียนมีทั้งคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

4 ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บุคลากรในกลุ่มนี้นับได้ว่ามีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ออกมา เป็นกลุ่มบุคคลที่มีความชำนาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือ โปรแกรมเมอร์ โดยตรงทำหน้าที่ในการสร้างสรรค์ผลงานในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์หรือให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้โปรแกรม Authoring System การใช้อุปกรณ์ประกอบ การแก้ไขโปรแกรม รวมทั้งการทำเอกสารประกอบบทเรียน

จากเรื่องของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ เกี่ยวข้องดังนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

#### 1 14 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน งานวิจัยต่างประเทศ

ไฟรด์แมน (Friedman 1974 -A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการนำบทเรียนทางคอมพิวเตอร์มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าในระยะแรกผู้เรียนมีปัญหาด้านความเข้าใจบทเรียน แต่ต่อมาสามารถเข้าใจได้รวดเร็วขึ้น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียนไปได้อีก 3 ถึง 4 สัปดาห์

ซิคเลอร์ (Sickler 1988 3045 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบบรรยายตามปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับวิทยาลัยจำนวน 102 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้

กลุ่มที่ 1 เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

กลุ่มที่ 2 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอก

คำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 3 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบาย

เนื้อหาเพิ่มเติม

ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

แฟรงค์ (Frank 1988 3601-A) ได้ประเมินผลการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรก พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้คะแนนเฉลี่ยในการทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเล็กน้อย ส่วนการศึกษาคั้งที่สอง พบว่ากลุ่มทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่า

กลุ่มควบคุม เนื่องจากในการศึกษาครั้งแรก นักเรียนในกลุ่มทดลองเต็มใจที่จะเรียนในขณะที่การศึกษาคั้งที่สอง นักเรียนได้รับมอบหมายงานให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความตั้งใจของนักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ สภาพแวดล้อมรอบๆตัว และวิธีการนำเสนอของบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โอโซโก (Osoko 1999 4049-A) ได้ทำการศึกษากการใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน St Louis Public School แหล่งข้อมูลได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูผู้สอนจำนวน 35 คน ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ว่า เทคโนโลยีสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีสอนและก่อให้เกิดผลในเชิงบวกต่อการเรียนการสอน

### งานวิจัยในประเทศ

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์ (2531 58) ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน พบว่า ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบาย

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2531 21-23) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบไม่มีเสียงสัญญาณประกอบและกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ พบว่า ผลการเรียนรู้อันทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536 126) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของสสวท เรื่องพื้นที่และปริมาตร ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ สสวท แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 แต่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคู่มือครูของ สสวท แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บรรพต สุวรรณประเสริฐ และ ประทีป ตีรณโสภาส (2537 42-43) ได้ทำการวิจัยการผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1 ผู้ทดลองใช้รู้สึกชอบโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์ 86 % และไม่ชอบ 14%

2 ผู้ทดลองใช้รู้สึกชอบโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์ เพราะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ดี 79 % ไม่ชอบ 21%

3 ผู้ทดลองใช้รู้สึกว่าตนได้เรียนรู้วิธีการใหม่ๆ จากโปรแกรมมัลติมีเดีย เพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์ 80 % และไม่เห็นด้วยกับความรู้สึกนี้ 20%

4 ผู้ทดลองรู้สึกว่าโปรแกรมมัลติมีเดีย เพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ดีขึ้น 84% และผู้ทดลองใช้ไม่มีความรู้สึกนี้ 16 %

5 ผู้ทดลองใช้รู้สึกว่าโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อสอนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสำคัญ และเป็นเรื่องจำเป็นในปัจจุบันที่รายวิชาต่างๆ ควรผลิตโปรแกรมเช่นนี้สอนรายวิชานั้น 86 % และผู้ทดลองใช้ไม่เห็นด้วยกับความรู้สึกนี้ 12 %

ชูเกียรติ กะปิตตา (2540 75) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้สมการและอสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำสุดที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

ทักษิณา เครือหงษ์ (2540 158) ได้ศึกษาผลของเชาว์ปัญญา บุคลิกภาพและความคิดสร้างสรรค์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาด้านเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้ผลดังนี้ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 81.24 % ( $E-CAI = 81.24$ ) เชาว์ปัญญาและความคิดสร้างสรรค์มีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีความสัมพันธ์สำหรับบุคลิกภาพในสเกล E (ด้านการแสดง-การเก็บตัว) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญญา เพียรสวรรค์ (2540 66) ทำการวิจัยเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องลิมิตของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตของฟังก์ชัน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ มี

ความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 โดยคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

พูนีย์ บุญนา (2540 39-40) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับมีคำอธิบายและไม่มีคำอธิบาย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับที่มีคำอธิบายสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับไม่มีคำอธิบายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

ปริวัตร ไหวหาร (2543 53) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

สุภาภรณ์ สุดเอียด (2543 58-59) ได้ศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันใน การเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญา แตกต่างกัน พบว่าผลการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จาก รูปแบบมัลติมีเดีย 3 รูปแบบ คือ บทเรียนมัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบสอนเนื้อหา ใหม่ แบบฝึกทักษะ แบบสถานการณ์จำลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และรูปแบบ มัลติมีเดียและระดับสติปัญญาไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลการเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ปรีชา เหล่าพินนา (2544 25) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการ สอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test แบบ difference Score ผล ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือ ครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544 76-78) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย ผล ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.56/85.66 ซึ่งสูงกว่า ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนภายหลังได้รับการเรียนด้วย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 01

วิราพร นพพิทักษ์ (2546 : 57) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ พบว่า โดยส่วนใหญ่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมจะสูงกว่าการสอนตามปกติ

## 2 คอมพิวเตอร์และการสอนแคลคูลัส

### 2.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส

การเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสเป็นกระบวนการเชิงสำรวจ ตรวจสอบให้เห็นจริง อยู่บนรากฐานของการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขและเรขาคณิต ซึ่งต้องใช้ประโยชน์จากเครื่องคิดเลขและคอมพิวเตอร์ กิจกรรมการสอนควรจะมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนในด้านความเข้าใจเชิงมโนคติ (Conceptual Understanding) ให้มากขึ้น การพัฒนาการของแคลคูลัสเป็นสิ่งที่แสดงถึงประวัติความสามารถด้านสติปัญญาของมนุษย์ จึงจำเป็นสำหรับผู้เรียนวิชาแคลคูลัสได้เรียนรู้ และมีความซาบซึ้งในแนวคิดในกระบวนการนั้น (NCTM 1989 : 180-181) นอกจากนั้นในกระบวนการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส ผู้เรียนพยายามที่จะแยกเรื่องฟังก์ชันในเชิงวิเคราะห์กับกราฟออกจากกัน แท้ที่จริงแล้วกระบวนการเรียนการสอนควรช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทั้งสองด้านดังกล่าวเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจากการสอนด้วยสิ่งที่มองเห็นได้แล้วตามด้วยการกระทำในเชิงวิเคราะห์แล้วจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแคลคูลัสมากขึ้น (Ferrini-Mundy and Lauten 1994 : 118) จากขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านการนำเสนอรูปภาพและการคิดคำนวณ ตลอดจนด้านการโต้ตอบกับผู้ใช้ จึงมีผู้พัฒนาโปรแกรมบทเรียนที่ช่วยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ (Computer Algebra System หรือ CAS) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต (Waits and Demana 1992 : 180)

### 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ชรอค (Schrock 1990 : 1926 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจและทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาแคลคูลัส และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ หลังจากใช้โปรแกรมระบบพีชคณิต

คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกา ผู้วิจัยได้แบ่งผู้เรียนวิชาแคลคูลัสออกเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้การสอนตามปกติและเน้นการคำนวณ ส่วนกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ เพื่อสาธิตและช่วยผู้เรียนในด้านการคำนวณ ผลการวิจัยสรุปว่า กลุ่มทดลองมีการเข้าใจเชิงมโนคติสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างในความสามารถทางการคำนวณ นอกจากนั้นกลุ่มทดลองมีเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์

เมลิน-โคนีเยโรส (Melin-Conejeros 1993 2283 -A) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้ระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียนวิชาแคลคูลัส ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสใช้โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการทำแบบฝึกหัดในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดซึ่งเหมือนกันโดยใช้กระดาษและดินสอเท่านั้น ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

พาร์ค ( Park 1993 119 - A) ได้ศึกษาวิจัยการประเมินผลวิชาแคลคูลัสและคณิตศาสตร์ ที่มีผลการปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ให้เรียนแคลคูลัสจากคอมพิวเตอร์กับกลุ่มควบคุมที่ให้เรียนวิชาแคลคูลัสจากการสอนปกติที่ University of Illinois สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีการเข้าใจเชิงมโนคติในเนื้อหาวิชาแคลคูลัสดีกว่ากลุ่มควบคุม

เฟรเดนเบอร์ก (Fredenberg 1994 59 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยทดลองกับนักศึกษาที่ Montana State University สหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติ และมีการบ้านเสริมการเรียน ผลการศึกษารูปได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญ และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในทางปฏิบัติในระดับเดียวกัน

### งานวิจัยในประเทศ

สมใจ อรุณศรีโสภณ พนมกร จันทรเจริญ และอนงนาฏ ศรีวิหค (2535 680-681) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมเรื่องการประยุกต์อินทิเกรต ในหัวข้อเรื่องการหาพื้นที่และการหาปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ซึ่งมีการทบทวน แนะนำ ตัวอย่าง และแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แล้วนำโปรแกรมบทเรียนไปทดลองกับนิสิตชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสุ่มนิสิตที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เท่ากัน แบ่งเป็น สองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนตามปกติ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนเสริมด้วยโปรแกรม

บทเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนตามปกติ ต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนเสริมด้วยโปรแกรมบทเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อุทุมพร พลาวงศ์ ,ศรีบุตร แวเวจริญ และ พรทิพย์ สิ้นนุถก (Utomporn Plalavonk, Sribudh Waewcharoen and Porntip sinnutog 1995 134) ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบทเรียนวิชาแคลคูลัสทั้งในเนื้อหาการหาอนุพันธ์(Differentiation) และการอินทิเกรต (Integration) สำหรับนักศึกษาที่เรียนวิชาแคลคูลัสของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และศึกษาผลของการใช้บทเรียน ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่า กลุ่มนักศึกษาที่ใช้โปรแกรมบทเรียนในขณะที่เรียนวิชาแคลคูลัส จะมีคะแนนสอบหลังการเรียนสูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ พบว่าโดยส่วนใหญ่กลุ่มนักศึกษาที่ใช้โปรแกรมบทเรียนในการเรียนวิชาแคลคูลัส จะมีคะแนนสอบหลังการเรียนสูงขึ้น

### 3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้รายบุคคล (Individualized Instruction)

การศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญสำหรับมนุษย์แต่ละคนจึงมีความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความต้องการที่แตกต่างกัน ทำให้การเรียนรู้ได้เหมือนกัน(เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต 2528 160) ดังนั้นแนวคิดทางการศึกษาแผนใหม่จึงเน้นในเรื่องการจัดการศึกษา โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual differences ) เรียกการเรียนการสอนลักษณะนี้ว่า การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล หรือ การจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (แบบเอกัตบุคคล) หรือการเรียนด้วยตนเอง (Individualized Instruction) โดยยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยมุ่งจัดสภาพการเรียนการสอนที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถความสนใจและความพร้อม

#### 3 1 ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล

โนลส์ (Knowles, M S 1975) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่า เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนแต่ละคน มีความคิดริเริ่มด้วยตนเอง (โดยอาศัยความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรือไม่ต้องการก็ได้) ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์ความต้องการที่จะเรียนรู้ของตน กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ แยกแยะ แจกแจง แหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ ทั้งที่เป็นคนและเป็นอุปกรณ์คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม และประเมินผลการเรียนรู้นั้นๆ

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 160) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล หรือการเรียนรู้ด้วยตนเองไว้ว่า เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถศึกษาเล่าเรียนได้ด้วยตนเอง และก้าวไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ

บุศรินทร์ ปัทมาคม (2537 : 61-64) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคลไว้ว่า กระบวนการที่กำหนดเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสที่จะตรวจสอบความต้องการของตน เลือกวิธีเรียนที่เหมาะสมกับตนและก้าวไปตามความสามารถของตน และมีโอกาสทราบความก้าวหน้าของตนอย่างสม่ำเสมอ

จากความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเรียนการสอนรายบุคคล หมายถึง การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการของแต่ละคนที่เป็นไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของตนเอง

### 3.2 ทฤษฎีการเรียนการสอนรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่าง โดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความถนัด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต 2528 : 159-160)

- 1 ความแตกต่างในด้านความสามารถ (Ability Difference)
- 2 ความแตกต่างในด้านสติปัญญา (Intelligent Difference)
- 3 ความแตกต่างในด้านความต้องการ (Need Difference)
- 4 ความแตกต่างในด้านความสนใจ (Interest Difference)
- 5 ความแตกต่างในด้านร่างกาย (Physical Difference)
- 6 ความแตกต่างในด้านอารมณ์ (Emotional Difference)
- 7 ความแตกต่างในด้านสังคม (Social Difference)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ เป็นการ จัดที่รวมแนวทางใหม่ในการปฏิรูประบบการเรียนการสอนและการจัดห้องเรียน จากแบบเดิมที่ครูเป็นผู้นำแต่ผู้เดียว มาเป็นระบบที่ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมกันรับผิดชอบ การจัดการเรียนจะเป็นแบบเปิด (Open education) ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและปฏิบัติด้วยตนเอง จนสามารถบรรลุเป้าหมายได้เมื่อจบการเรียนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทแล้ว โดยจะมีการทดสอบ หากผู้เรียนสามารถสอบผ่าน จึงจะสามารถเรียนบทเรียนหรือหน่วยเรียนต่อไปได้ บทเรียนนั้นอาจทำในรูปของชุดการเรียนการสอน (Instructional package)

บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed instruction) หรือโมดูล (Instructional module) สาเหตุที่ต้องจัดให้มีการเรียนการสอนรายบุคคลขึ้นเนื่องจาก

- 1 ความไม่พอใจของคนทั่วไปในคุณภาพการศึกษาที่มีอยู่
- 2 การเน้นถึงความต้องการที่จะปรับปรุงให้ได้ซึ่งสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนที่ยัง

ไม่พร้อมหรือนักเรียนที่มีปัญหา

- 3 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งจะพัฒนาโปรแกรมการเรียน
- 4 ความสามารถที่เป็นไปได้ของคอมพิวเตอร์ที่จะจัดโปรแกรมการเรียน

รายบุคคล

- 5 การขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมวัสดุ
- 6 การขยายตัวของทุนต่างๆ เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

จากทฤษฎีการเรียนการสอนรายบุคคล ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่าง โดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความถนัด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ความแตกต่างในด้านความสามารถ ความแตกต่างในด้านสติปัญญา ความแตกต่างในด้านความต้องการ ความแตกต่างในด้านความสนใจ ความแตกต่างในด้านร่างกาย และความแตกต่างในด้านอารมณ์

### 3.3 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล

การเรียนการสอนรายบุคคล ยึดหลักปรัชญาทางการศึกษา จิตวิทยาพัฒนาการ และจิตวิทยาการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจึงมุ่งเน้น (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต 2528 : 161-162)

- 1 การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหาและตัดสินใจเอง การเรียนการสอนรายบุคคลสอดคล้องและส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิตและการศึกษานอกโรงเรียน ครูและผู้เรียนเชื่อว่า การศึกษาไม่ใช่มีหรือสิ้นสุดอยู่เพียงในโรงเรียนเท่านั้น การเรียนการสอนรายบุคคลสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาและเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจต่อสังคมและตัวเอง ให้รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ มีความรับผิดชอบและพัฒนาความคิดในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย

2 การเรียนการสอนรายบุคคลสนองความแตกต่างของผู้เรียนให้ได้เรียนบรรลุผลกับทุกคน การเรียนการสอนรายบุคคลสนับสนุนความจริงที่ว่า คนย่อมมีความแตกต่างกันทุกคน ไม่ว่าจะเป็นด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา หรือความสนใจ โดยเฉพาะความแตกต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประการ คือ

2.1 ความแตกต่างในเรื่องอัตราความเร็วของการเรียนรู้ (Rate of learning) ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจในสิ่งเดียว ในเวลาที่แตกต่าง

2.2 ความแตกต่างในเรื่องความสามารถ (Ability) เช่น ความฉลาด ไหวพริบ ความสามารถในการแข่งขันของความสำเร็จ ความสามารถพิเศษต่างๆ

2.3 ความแตกต่างในเรื่องวิธีการเรียน (Style of Learning) ผู้เรียนเรียนรู้ในทางที่แตกต่างกัน และมีวิธีที่แตกต่างกันด้วย

2.4 ความแตกต่างในเรื่องความสนใจและสิ่งที่ชอบ (Interests and reference) เมื่อผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลายด้าน เช่นนี้ ครูจึงต้องจัดบทเรียนและอุปกรณ์การเรียนในระดับและลักษณะต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกด้วยตนเอง (Self -selection) เพื่อสนองความแตกต่างดังกล่าว

3 การเรียนการสอนรายบุคคล เน้นเสรีภาพในการเรียนรู้ เชื่อว่าถ้าผู้เรียนเรียนด้วยความอยากเรียนด้วยความกระตือรือร้นที่ได้เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจและการกระตุ้นให้พัฒนาการเรียนรู้ โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องทำโทษหรือให้รางวัล และผู้เรียนก็จะรู้จักตนเอง มีความมั่นใจในการก้าวไปข้างหน้า ตามความพร้อมและขีดความสามารถ (Self – pacing)

4 การเรียนการสอนรายบุคคล ขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน การเรียนการสอนรายบุคคลเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล การเรียนรู้เกิดขึ้นเร็วหรือช้า และจะเกิดขึ้นอยู่กับนักเรียนได้นานหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน การกำหนดให้เรียนรู้เรื่องหนึ่งในระยะเวลาหนึ่ง และเรียนรู้เรื่องหนึ่งด้วยวิธีการเดียว ไม่เป็นการยุติธรรมแก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรจะได้เป็นผู้กำหนดตนเองและควรจะมีโอกาสเรียนรู้หรือมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการและวิธีการต่างๆ

5 การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน เป็นการสนองตอบที่ว่า การศึกษาควรมีระดับแตกต่างกันไปตามความยากง่าย ถ้าบทเรียนนั้นง่ายก็ทำให้บทเรียนสั้นขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นยาก ผู้สอนก็สามารถที่จะจัดย่อยเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ และปรับปรุงให้เข้าใจง่ายขึ้น อาจจะเพิ่มเวลาที่เรียนให้ได้สัดส่วนกับความยากโดยเรียงลำดับจากเรื่องที่ไม่สับสนไปสู่เรื่องราวที่ยากขึ้นตามลำดับ

นอกจากนี้ กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs 1988) ได้กล่าวถึงการเรียนด้วยตนเองว่าเป็นหนทางที่ทำให้การสอนบรรลุจุดหมายตามความต้องการ (Need) และสอดคล้องกับบุคลิก (Characteristics) ของผู้เรียนแต่ละคนโดยมีจุดหมายสำคัญอยู่ 5 ประการ คือ

- 1 เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะเบื้องต้นของผู้เรียน
- 2 เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคนในการจัดลำดับการเรียน

ตามจุดหมาย

- 3 ช่วยในการจัดวัสดุและสื่อให้เหมาะสมกับบทเรียน
- 4 เพื่อสะดวกต่อการประเมินผลและส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนของ

นักเรียนแต่ละคน

- 5 เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนตามอัตราความสามารถของตน

ลักษณะของการเรียนด้วยตนเอง ประกอบด้วยประสบการณ์ในการเรียนที่ออกแบบเฉพาะสำหรับผู้เรียนแต่ละคน โดยมีรากฐานจากการวิเคราะห์ความสนใจและความต้องการของแต่ละคน ประสบการณ์ที่กำหนดนั้นจะถูกควบคุมโดยผู้เรียนเอง ผู้เรียนจะจัดการควบคุมเวลาเองตามความสนใจและความสะดวกสบายของผู้เรียนโดยผู้เรียนเอง วิธีการจัดการศึกษาให้กับผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคลดังนี้

- 1 จัดแผนการเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและความสนใจของนักเรียน เช่น จัดชั้นเร่งรัดสำหรับนักเรียนเรียนเก่ง มีตำราที่ใช้เรียนด้วยตนเอง จัดสิ่งซ่อมเสริม
- 2 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อสนองความต้องการของผู้เรียน เช่น การมอบหมายงานตามระดับความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
- 3 ใช้สื่อการสอนให้เหมาะตามระดับความสามารถของผู้เรียนการประเมินผลควรกำหนดให้เหมาะสมกับรายวิชาและนักเรียนที่เกี่ยวข้อง

จากวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเรียนการสอนรายบุคคล ยึดหลักปรัชญาทางการศึกษา จิตวิทยาพัฒนาการ และจิตวิทยาการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล จึงมุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหาและตัดสินใจเอง สนองความแตกต่างของผู้เรียนให้ได้เรียนบรรลุผลกับทุกคน เน้นเสรีภาพในการเรียนรู้ และมุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน

### 3.4 ประโยชน์ของการเรียนการสอนรายบุคคล

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2524 : 92 ) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลว่า

- 1 สมองความต้องการของผู้เรียนตามลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
- 3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง
- 4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มพูนความรู้แก่ตนเองตามความต้องการ
- 5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จาก ประโยชน์ของการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเรียนการสอนเป็นรายบุคคล เป็นการสนองความต้องการของผู้เรียนตามลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ รู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง เพิ่มพูนความรู้แก่ตนเองตามความต้องการ และรู้จักคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

## 4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญส่ง นิลแก้ว (2519 : 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกอบรมสั่งสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นความสามารถในการเรียนหรือสถานศึกษา

วรรณวดี ม้าลำพอง (2520 : 109 ) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการสอนหรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับชั้นในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วในสถานศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการเรียนการสอน

จาก ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน มีการฝึกอบรม มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับชั้นในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วในสถานศึกษา

## 4.2 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (Wilson 1971 643-685) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1 ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่า เป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิง เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalizations) เป็นความสามารถ ในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

## 2 4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง

(Ability to transform Problem Elements From One Mode to Another ) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2 5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A line of Reasoning ) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2 6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem ) ข้อสอบวัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3 การนำไปใช้(Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ และดำเนินการแก้ ได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหา จนได้คำตอบออกมา

3 2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3 3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analysis ) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว່อะไร คือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายๆ ครั้ง อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3 4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และ ความสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูป

ปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจถึงสิ่งที่คุ้นเคยกัน จากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อ แก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

4 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีแบบฝึกหัดหรือ ตัวอย่าง ไม่เคย เห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจน ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4 2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนด ให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4 3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถ ในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัย นิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้ว ช่วยในการแก้ปัญหา

4 4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs ) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถ ในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อน ความสามารถในขั้นตอนนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและ เข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปมากกว่ามโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธี ทางคณิตศาสตร์

4 5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างหลักสูตรและแบบทดสอบความถูกต้องของ สูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations ) นักเรียนสร้างสูตรขึ้นมา โดยให้ สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย คือการจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรือ อาจจะถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

จาก ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นั้นหมายถึง ความสามารถ ทางสติปัญญา ในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิสัย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มี 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

### 4.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott 1961 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และ การแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1 องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2 องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆด้วยกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3 องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน

4 องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5 องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6 องค์ประกอบทางการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอล (Carrol 1963 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีองค์ประกอบต่างๆ หลายประการ เช่น ทางด้านร่างกาย ทางด้านความรัก ทางวัฒนธรรมและสังคม ทางความสัมพันธ์ ทางการพัฒนาแห่งตน ทางการปรับตัว เป็นต้น

### บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
- 3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
- 4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
- 5 การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 6 แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
- 7 การดำเนินการทดลอง
- 8 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังเรียน อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมด จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 120 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 3 ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 48 คน

- ครั้งที่ 1 สุ่มมา 3 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 1
- ครั้งที่ 2 สุ่มมา 15 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 2
- ครั้งที่ 3 สุ่มมา 30 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 3

## 2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตามหลักสูตรปริญญาตรี สถาบันราชภัฏ โดยประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต
- 3 การอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

## 3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ระยะเวลาในการทดลอง 9 คาบ (คาบละ 50 นาที)

| ดำเนินกิจกรรม                                                                                                                             | ทั้งหมดจำนวน 9 คาบ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 ทดสอบก่อนเรียน                                                                                                                          | จำนวน 15 คาบ       |
| 2 ดำเนินการสอน<br>2 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 1<br>2 1 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน<br>2 1 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต | จำนวน 3 คาบ        |
| 2 ดำเนินการสอน (ต่อ)<br>2 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 2<br>2 2 1 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย                                    | จำนวน 3 คาบ        |
| 3 ทดสอบหลังเรียน                                                                                                                          | จำนวน 15 คาบ       |

#### 4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก วัดความรู้ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ
- 3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

#### 5 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี่ดังนี้

- 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเนื้อหา วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นปริญญาตรี ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง คือ

- 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต
- 3 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหาโดยศึกษาหลักสูตรวิชาและกำหนดเป็นรายละเอียดหัวข้อย่อยดังนี้

- 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 1
  - 1 1 ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน
  - 1 2 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต
- 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 2
  - 2 1 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

จากการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดแบ่งเป็น 2 ชุด และแบ่งเป็นหน่วยย่อยได้ 3 หน่วยย่อย จากนั้นจึงเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำไปเขียนเป็นกรอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย นำเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อยไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอน
- 2 ความถูกต้องของเนื้อหาและกิจกรรม
- 3 ลำดับขั้นในการเสนอเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อยการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนและหน่วยย่อยนั้นได้ดำเนินการตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์เสนอแนะมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะได้เนื้อหาและหน่วยย่อยที่ถูกต้องตามแนวความคิด หลักการและทฤษฎี

ขั้นตอนที่ 5 ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 6 การออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เขียนบทเรียนในแต่ละกรอบลงในกระดาษรวมเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard) โดยในแต่ละแผ่นประกอบด้วย การกำหนดสีรูปแบบ/ ขนาดตัวอักษร สีพื้น รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใส่เนื้อหา และกิจกรรม ข้อมูลที่แสดงบนจอ สิ่งที่คาดหวัง และการตอบสนองข้อมูล สำหรับการควบคุมการตอบสนองอีกทั้งการกำหนดเสียงต่างๆ ที่ใช้ประกอบในบทเรียน

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 2 ท่าน แนะนำ

ขั้นตอนที่ 8 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว โดยใช้โปรแกรม Authware version 6

ขั้นตอนที่ 9 การตรวจสอบแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบอีกครั้งและปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

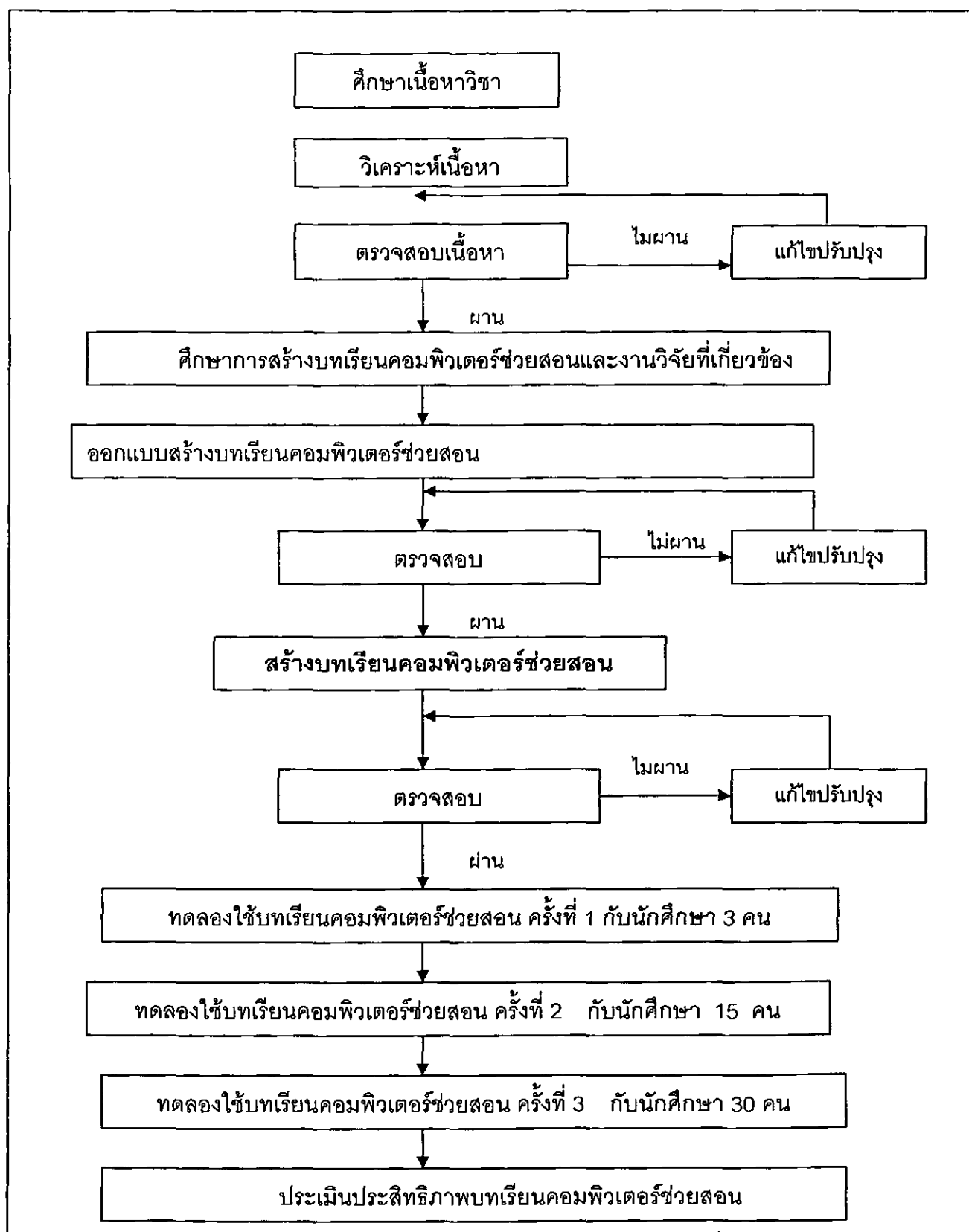
ขั้นตอนที่ 10 การทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้แก้ไขแล้ว ไปทำการทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

1 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1

2 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 2 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 15 คน เพื่อหาข้อบกพร่องทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2

3 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 3 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป

สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก วัดความรู้ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตามหลักสูตรปริญญาตรี สถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2542

2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 จากหนังสือการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ของ (พร้อมพรรณ อุดมสิน 2544 28-84)

3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาแคลคูลัสจำนวน 2 ท่าน

4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 45 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก และเกณฑ์การประเมิน ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

5 นำแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือกที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา จำนวน และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ 2527 69) ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.66 -1 สรุปว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์จริง

7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน มาแล้วจำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่ม

ตัวอย่าง โดยนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด

8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ(P) และ ค่าอำนาจจำแนก (r)

9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย(P) ระหว่าง 0.23 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง 0.21 - 0.79 จำนวน 30 ข้อ

10 นำข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันมาแล้วจำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของข้อสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 :123)

11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน จำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่1 ปีการศึกษา 2547 มหาวิทยาลัยราชภัฏ ราชนครินทร์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1 ศึกษาขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากเอกสาร ตำรา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2 ศึกษาคุณสมบัติที่ควรใช้ในการประเมินทางด้านเนื้อหา ได้แก่ ความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ความเหมาะสมในการลำดับขั้นตอนของเนื้อหา ฯลฯ และคุณสมบัติที่ใช้ในการประเมินด้านสื่อ ได้แก่ ความเหมาะสมของภาพประกอบ เสียงดนตรี และเสียงบรรยายที่ใช้ในการประกอบบทเรียน ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมของการใช้ เทคนิคในการนำเสนอบทเรียน ฯลฯ

3 ออกแบบแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.1.1 ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

3.1.2 ด้านภาพ ภาษาและเสียง

3.1.3 ด้านตัวอักษรและสี

3 1 4 ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

3 2 แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3 2 1 ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

3 2 2 ด้านภาพ เสียงและการใช้ภาษา

3 3 3 แบบทดสอบ

4 สร้างแบบประเมินโดยใช้ลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า

5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท แบ่งระดับความคิดเห็นเป็น

4 1 ดีมาก กำหนดให้ 5 คะแนน

4 2 ดี กำหนดให้ 4 คะแนน

4 3 ปานกลาง กำหนดให้ 3 คะแนน

4 4 พอใช้ กำหนดให้ 2 คะแนน

4 5 ต้องปรับปรุง กำหนดให้ 1 คะแนน

*การแปลความหมายค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ ดังนี้*

ค่าเฉลี่ย 4 50 - 5 00 หมายถึง มีคุณภาพระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3 50 - 4 49 หมายถึง มีคุณภาพระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2 50 - 3 49 หมายถึง มีคุณภาพระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1 50 - 2 49 หมายถึง มีคุณภาพระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1 00 - 1 49 หมายถึง มีคุณภาพระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การยอมรับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละด้านและ

ทั้งฉบับจะต้องมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3 50 ขึ้นไป ซึ่งหมายถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ต้องอยู่ในระดับดีขึ้นไป จึงจะยอมรับว่ามีคุณภาพดี พอที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

5 นำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง นำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (คอมพิวเตอร์) พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4 12$ )

รายละเอียดดังภาคผนวก ง

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4 09$ ) รายละเอียดดังภาคผนวก ง

## 6 แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการศึกษาค้นคว้า แบบ (One Group pretest-posttest Design) ซึ่งรูปแบบการวิจัยชนิดนี้เขียนเป็นตารางทดลองได้ดังนี้ (รวีวรรณ พันธุ์พานิช 2545 : 7)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

| กลุ่ม | สอบก่อน        | ทดลอง | สอบหลัง        |
|-------|----------------|-------|----------------|
| E     | T <sub>1</sub> | X     | T <sub>2</sub> |

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

T<sub>1</sub> แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังเรียน

## 7 การดำเนินการทดลอง

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

การทดลอง ครั้งที่ 1

ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ให้ผู้เรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจึงทำแบบทดสอบ

ผู้วิจัย จะสังเกตพฤติกรรมและบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนสงสัย ผู้วิจัยจะซักถามเพื่อหาสาเหตุที่ไม่เข้าใจ และบันทึกไว้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ครั้งที่ 1

การทดลอง ครั้งที่ 2

ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ให้ผู้เรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจึงทำแบบทดสอบ

ผู้วิจัย จะสังเกตพฤติกรรมและบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน และให้ผู้เรียนเขียนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับบทเรียนลงในกระดาษที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อนำข้อเสนอต่างๆ เป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุง ในครั้งที่2

การทดลอง ครั้งที่ 3

ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ให้ผู้เรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหา เรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจึงทำแบบทดสอบ

ผู้วิจัย นำผลการทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์สรุปผล

## 8 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 หาค่าสถิติพื้นฐาน
- 2 หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
- 3 ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์1ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ (คู่มือนักศึกษาสถาบันราชภัฏวราชนครินทร์ 2546) ดังนี้

| เกณฑ์  |                |
|--------|----------------|
| คะแนน  | เกรด           |
| 80-100 | A              |
| 75-79  | B <sup>+</sup> |
| 70-74  | B              |
| 65-69  | C <sup>+</sup> |
| 60-64  | C              |
| 55-59  | D <sup>+</sup> |
| 50-54  | D              |
| 0-49   | E              |

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของ นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ ของฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ t-test แบบ Dependent โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 165 -167 )

## 9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

### 1 สถิติพื้นฐาน

1.1 คะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 142-143)

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 142-143)

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

เมื่อ  $S$  แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว

$(\sum x)^2$  แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (พร้อมพรรณ อุดมลิน 2544 113- 117)

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

เมื่อ  $IOC$  คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum R$  คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาดัชนีความยากง่าย(P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (พร้อมพรรณ อุดมลิน 2544 113- 117)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ  $P$  แทน ดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบ  
 $R$  แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) การเรียนโดยใช้เทคนิคของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2536 186–187)

สูตร 
$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

|       |       |     |                                    |
|-------|-------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | $r$   | แทน | ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ            |
|       | $R_u$ | แทน | จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง |
|       | $R_l$ | แทน | จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน |
|       | $N$   | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด             |

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนโดยใช้สูตรความ เชื่อมั่นของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson and Method) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 123)

สูตร  $K - R_{20}$  
$$r_{ii} = \frac{k}{k-1} \left[ \left( 1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_i^2} \right) \right]$$

|       |          |     |                               |
|-------|----------|-----|-------------------------------|
| เมื่อ | $r_{ii}$ | แทน | ความเชื่อมั่นของข้อสอบ        |
|       | $k$      | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ           |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูก           |
|       | $q$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิด           |
|       | $s_i^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด |

### 3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติที่ใช้ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส และเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการสอบโดยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป" โดยใช้สถิติ t-test one Group (รวิวรรณ พันธุ์พานิช 2545 : 179-184 )

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

|       |           |     |                                        |
|-------|-----------|-----|----------------------------------------|
| เมื่อ | $\bar{x}$ | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้   |
|       | $\mu_0$   | แทน | ค่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 60 (60 %) |
|       | $S$       | แทน | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ         |
|       | $n$       | แทน | จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ                |

3.2 สถิติที่ใช้ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ t-test แบบ Dependent โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 165 - 167 )

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

|       |     |     |                                                        |
|-------|-----|-----|--------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $t$ | แทน | ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - distribution                 |
|       | $D$ | แทน | ความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและ<br>หลังสอบเป็นรายคู่ |
|       | $N$ | แทน | จำนวนคู่                                               |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การแปลความหมาย และการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

|            |     |                                                                            |
|------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|
| $\bar{X}$  | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน                                                          |
| $S^2$      | แทน | ความแปรปรวนของคะแนน                                                        |
| $\sum D$   | แทน | คะแนนรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายคู่           |
| $\sum D^2$ | แทน | คะแนนรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายคู่ยกกำลังสอง |
| $N$        | แทน | จำนวนผู้เรียน                                                              |
| $t$        | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-test แบบ Dependent                          |
| $\mu_0$    | แทน | ค่าเฉลี่ยที่เป็นเกณฑ์                                                      |
| **         | แทน | มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01                                              |

## ผลการวิเคราะห์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1 ผลการวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test one Group ปรากฏผลในตารางดังนี้

ตาราง 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ ได้ผลดังตาราง 1

| $N$ | $\bar{X}$ | $\mu_0$ | $S$     | $t$                 |
|-----|-----------|---------|---------|---------------------|
| 30  | 22.7667   | 18      | 2.59553 | 10.059 <sup>*</sup> |

$$t(0.01, df = 29) = 2.462$$

\*\* หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18 คะแนน) ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ข้อที่ 1

2 ผลการวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent ปรากฏผลในตารางดังนี้

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

| ผลการสอบ       | $N$ | $\bar{X}$ | $S^2$ | $\sum D$ | $\sum D^2$ | $t$    |
|----------------|-----|-----------|-------|----------|------------|--------|
| คะแนนก่อนเรียน | 30  | 10        | 2 207 | 383      | 5099       | 26 025 |
| คะแนนหลังเรียน | 30  | 22 7667   | 6 737 |          |            |        |

$$t(01, df = 29) = 2.462$$

\*\* หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- 1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1
- 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

#### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

- 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์
- 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

#### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

##### 1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังเรียน อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมดจำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 120 คน

## 2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 3 ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 48 คน

ครั้งที่ 1 สุ่มมา 3 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2 สุ่มมา 15 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3 สุ่มมา 30 คน เพื่อทำการทดลองครั้งที่ 3

## 3 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตามหลักสูตรปริญญาตรี สถาบันราชภัฏ

## 4 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ใช้เวลาในการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ระยะเวลาในการทดลอง 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) ดังนี้

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 4 1 ทดสอบก่อนเรียน | 15 คาบ |
| 4 2 ดำเนินการสอน   | 6 คาบ  |
| 4 3 ทดสอบหลังเรียน | 15 คาบ |

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ประกอบด้วย

1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก วัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ

3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

## วิธีการดำเนินศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 1 ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วบันทึกคะแนน
- 2 ก่อนดำเนินการทดลองผู้วิจัยอธิบายความเข้าใจถึงบทบาทของนักศึกษาต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจก่อนเรียน
- 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ใช้เวลาทั้งหมด 6 คาบ คาบละ 50 นาที
- 4 เมื่อเรียนจบทุกชุดแล้ว ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที
- 5 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

## การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test one Group
- 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ t- test แบบ Dependent

## สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 สรุปได้ดังนี้

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60 ขึ้นไป) ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

## อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60 ขึ้นไป) ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 และสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ พบว่ามีสาเหตุมาจาก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการสร้างอย่างเป็นระบบคือ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิเคราะห์เนื้อหา ตรวจสอบเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย การปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เขียนบทเรียนในแต่ละกรอบลงกระดาษรวมเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard) มีการตรวจสอบและแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำแผ่นเรื่องราว ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียน สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเรื่องราว (Storyboard) ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว และนำบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง และได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทำการทดลองดังนี้

1.1 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1

1.2 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 2 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 15 คน เพื่อหาข้อบกพร่องทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 ก่อนทดลองจริง

สอดคล้องตามแนวคิดในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ของนักการศึกษา (Kemp 1985:248) กล่าวคือ จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ ออกแบบและเขียนผังงาน (Flow chart) ตามลำดับขั้นของกระบวนการที่ออกแบบไว้ พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวน และเสนอแนะแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์ เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียนโดยใช้เทคนิคด้านภาพและเสียง จัดเตรียมวัสดุ สิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน และทดสอบปรับปรุงบทเรียน

ซึ่งจากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนที่เป็นระบบ และมีอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ ช่วยเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและแก้ไขส่วนที่บกพร่อง จึงได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาทดลองโดยให้นักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60 ขึ้นไป) ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 และสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ผลงานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญญาเพียรสวรรค์ (2540:66) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 โดยคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่า

กลุ่มควบคุม และ ปรีวัตร โวนาร (2543 : 53) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 อาจมีสาเหตุมาจาก

การที่นักศึกษาศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะของการใช้สื่อที่หลากหลาย มีการนำเสนอโดยใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มีแบบฝึกหัดหะ มีสรุป ให้นักศึกษาได้ตอบได้ นักศึกษาสามารถย้อนกลับเนื้อหาที่ตนเองยังไม่เข้าใจได้ และสะดวกในการศึกษาเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ที่ต้องการศึกษาได้ทันที สามารถทวนเนื้อหาที่ตนเองยังไม่เข้าใจอีกรอบได้ สอดคล้องกับประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ (Liu 1975 : 1411-A) ซึ่งกล่าวว่า ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียนใหม่ ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปยาก และทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน และสอดคล้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล (เลาเวณีย์ สิกขาบัณฑิต 2528 : 160) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนการสอนรายบุคคลหรือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถศึกษาเล่าเรียนได้ด้วยตนเอง และก้าวไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ

จากสาเหตุดังกล่าว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

## ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าที่เสนอไปแล้วนั้น ผู้ศึกษาค้นคว้ามียข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1 ก่อนที่ผู้วิจัยจะให้นักศึกษาเข้าใช้ห้องคอมพิวเตอร์เพื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยควรเตรียมห้องคอมพิวเตอร์ ให้คอมพิวเตอร์พอเพียงกับจำนวนนักศึกษาและควรตรวจเช็คการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ เครื่องคอมพิวเตอร์ควรเป็นรุ่นใหม่ๆ ที่สามารถอ่านแผ่นซีดีรอมได้เร็ว

2 ผู้วิจัยควรจัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจ ถูกต้องและชัดเจน เพื่อสะดวกต่อนักศึกษาในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

3 ในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในคาบแรก ๆ มักเกิดปัญหา ในการสอน คือ ผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น เปิดโปรแกรมไม่เป็น ลำพัง

ไม่ดัง ซึ่งผู้วิจัยควรตรวจสอบความรู้เบื้องต้นของผู้เรียนทางด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน เพื่อความสะดวกในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

4 ในการที่ผู้วิจัยให้นักศึกษาใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ้าผู้วิจัยไม่ค่อยมีประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ควรให้มีเจ้าหน้าที่ทางด้านคอมพิวเตอร์ ช่วยดูแลเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประสบความสำเร็จสูงสุด

#### ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

- 1 ควรทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ทั้งหมด
- 2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทำการทดลองกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ
- 3 ควรมีการศึกษามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะการคิด ความรับผิดชอบ และความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- ขนิษฐา ชานนท์ (2532,มิถุนายน) "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการสอนกับการสอน," เทคโนโลยี  
ทางการศึกษา 1(1) 7-13
- คู่มือนักศึกษาสถาบันราชภัฏราชนครินทร์ (2546)
- ช่วงโชติ พันธุเวช (2535,พฤษภาคม-สิงหาคม) "บทเรียนคอมพิวเตอร์," วิชาการ-อุดมศึกษา  
1(3) 69-70
- ชูเกียรติ กะปิตถา (2540 75) ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึก  
ทักษะในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถใน  
การแก้สมการและอสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ ค ม  
(คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อัดสำเนา
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย กรุงเทพฯ โอเดียนสโตร์
- ทักษิณา เครือหงษ์ (2540) ผลของเชาว์ปัญญา บุคลิกภาพและความคิดสร้างสรรค์ ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาศาสนา  
เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปริญญานิพนธ์  
ค ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
อัดสำเนา
- ทักษิณา สนวนานนท์ (2529) คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ องค์การค้าคุรุสภา
- นิตยา กาญจนะวรรณ (2526) "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน", วารสารรวมคำแหง 9(1) , 78-85
- นิพนธ์ สุขปรีดี (2524) โครงการบ้าน โรงเรียน มหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียน  
การสอน ชลบุรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
- นิพนธ์ สุขปรีดี (2528) ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา  
\_\_\_\_\_ (2530, มกราคม- กุมภาพันธ์) "บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาไทยในอนาคต,"  
ไมโครคอมพิวเตอร์ 27 63-65
- \_\_\_\_\_ (2531, มิถุนายน - กรกฎาคม) "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและพฤติกรรมการเรียน  
การสอนคอมพิวเตอร์" 15(78) 27-28
- \_\_\_\_\_ (2532) "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและพฤติกรรมการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์" คอมพิวเตอร์  
เพื่อการศึกษา 19-26

- นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์ (2531) การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ  
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (เทคโนโลยีทางการศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนาร
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ และ ประทีป ตีรณโสภาส (2537) การผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอน  
คณิตศาสตร์ พิชญโลก มหาวิทยาลัยนเรศวร
- บุญเจ็ด ภิญญอนันตพงษ์ (2527) การวัดและการประเมินผล ทฤษฎีและการประยุกต์  
กรุงเทพฯ อักษรเจริญทัศน์
- บุญญา เพียรสุวรรณ (2540) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องลิมิตของฟังก์ชันระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนาร
- บุญส่ง นิลแก้ว (2519) การวัดผลทางจิตวิทยา กรุงเทพฯ แพรววิทยา
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535) "คู่มือสื่อการสอน," กรุงเทพฯ ม ป พ
- \_\_\_\_\_ (2538) "มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์," สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ สสวท )
- บุศรินทร์ ปัทมาคม (2537 ตุลาคม- ธันวาคม) " การสอนรายบุคคล," สารพัดหลักสูตร ปีที่ 14  
ฉบับที่ 199 61-64
- ประดิษฐ์ ทิพย์สมบัติบุญ (2538) ผลของการจัดลักษณะการเรียนรู้และระดับผลการเรียนของ  
ผู้เรียนในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 1 กรุงเทพฯ ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนาร
- ปรีวัตร โหวร (2543) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา)  
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนาร
- ปรีชา เหล่าพินนา (2544) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้  
โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา)  
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนาร
- ผดุง อารยะวิญญู (2527) ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ วีเอ็ดยูเคชั่น

- พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538) การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน กรุงเทพฯ  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- \_\_\_\_\_ (2544) การวัดและการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 3  
ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พวงเพชร วัชรรัตนพงษ์ (2536) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชา  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา)  
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนนา
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 7  
กรุงเทพฯ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พูนีย์ บุญนาค (2540) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผล  
ป้อนกลับมีคำอธิบายและไม่มีคำอธิบาย ปรินญานินพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนนา
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2528) “ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา” กรุงเทพฯ ศูนย์สื่อเสริม
- ไพศาล หวังพานิช (2526) หลักการวัดและประเมินผล เชียงใหม่ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ยุพิน พิพิธกุล (2523) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ ภาควิชามัธยมศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ยุพิน พิพิธกุล (2530) การสอนคณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง (2535) เทคโนโลยีในการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์  
พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ ม.ป.พ
- เย็น ภู่วรรณ (2529, มีนาคม-เมษายน) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน  
วิทยาลัยครูจันทเกษม
- เย็น ภู่วรรณ (2531 กุมภาพันธ์) “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,” ไมโคร  
คอมพิวเตอร์ 36 (2) 120-129
- รวิวรรณ พันธุ์พานิช (2545) เอกสารการสอนประกอบวิชาสถิติเพื่อการวิจัย กรุงเทพฯ  
ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ อุดลำนนา

- รุ่งโรจน์ แก้วอุไร (2531) การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มี  
การเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ  
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ อัดสำเนา
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536) เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 3  
กรุงเทพฯ สุวีริยาสาสน์
- วรรณวดี ม้าลำพอง (2520) การประเมินและการสร้างแบบทดสอบ ภาควิชาทดสอบและวิจัย  
ทางการศึกษา วิทยาลัยครูเชียงใหม่
- วสันต์ อติเทพ (2530, กุมภาพันธ์- พฤษภาคม) "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ศึกษาศาสตร 3 (8)
- วารินทร์ รัชมีพรหม (2524, มีนาคม-เมษายน) "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," จันทรเกษม (159) 6
- วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544 76-78) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย  
เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย ปริญญานิพนธ์  
กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
อัดสำเนา
- วิราพร นพพิทักษ์ (2546) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิต  
วิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อัดสำเนา
- วีระ ไทยพานิช (2527) " บทเรียนและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน " เทคโนโลยีทางการ  
ศึกษา กรุงเทพฯ ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน
- สงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528) รายงานผลการวิจัยและประเมินผลวิชา  
คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 2 , กระทรวงศึกษาธิการ
- สมชาย ทยานอง (2526 , ตุลาคม - ธันวาคม) "คอมพิวเตอร์ใช้ในการเรียนการสอน"  
วารสารครุศาสตร์ 12 47-67
- सानนท์ เจริญฉาย (2533) "โปรแกรมประยุกต์ทางด้านการศึกษา" กรุงเทพฯ โอเดียนสโตร์
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531, มกราคม-มีนาคม) "เทคนิคการออกแบบบทเรียน TOTORIAL โดย  
อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ครุศาสตร์ 16(3) 77-78
- สุภาภรณ์ สุดเอียด (2543 58-59) ศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันในการเรียนเรื่อง  
แก๊สของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญา  
แตกต่างกัน ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ อัดสำเนา

- สมใจ อรุณศรีโสภณ , พนมกร จันทร์เจริญ , และอนงนาฏ ศรีวิหค (2535) "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์อินทิเกรต," เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่18 หน้า 680-681, กรุงเทพฯ สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
- เสาวณีย์ สิกขามันต (2528) เทคโนโลยีทางการศึกษา กรุงเทพฯ ภาควิชาครุศาสตร์  
เทคโนโลยีทางการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530) คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ดราฟแมนเพรส กรุงเทพฯ
- Ahmad, K and others (1991) *Computer, Language Learning and Language Teaching* 4<sup>th</sup> printing Cambridge Cambridge University Press,
- Alessi , Stephen M and Stanley R Trollip (1985) *Computer- Based Instruction* New Jersey Prentice -Hall
- Alessi, S M & Trollip, S R (1991) *Computer – Based Instruction* Methods and Development 2<sup>nd</sup> ed New Jersey Prentice-Hall Inc ,
- Carwright' G P (1984) "Computer Applications in Special Education," *in Instructional Software* Edited by Walker' D F and Hess' R D , p166 Belmont Wadworth Publishing Company
- Carrol, John B (1963 May) " A Model of School Learning," *Teacher College Record* 64(4) 723-733
- Ferrini- Mundy , Joan and Darien Lauten (1994 , February) " Learning about Calculus Learning," *The Mathematics Teacher* 87(2) 115-120
- Franke, Robert James (1988, June ) " An Evaluation of a Computer- Assisted Instruction Program in Seventh – grade Mathematics Implication for Curriculum Planing ," *Dissertation Abstracts International* 48 (12) 3066 – A
- Fredenberg, Virgil Grant (1994,July) "Supplemental Visual Computer-Assisted Instruction and Student Achievement in Freshman College Calculus (Visualization)," *Dissertation Abstracts International* 55(1) 59-A
- Friedman , Hucille T ( 1974, June ) "Programmed Lesson in RPOG Computer Programming for New York City High School Senior, " *Dissertation Abstract International* 29 799-A

- Gagne, R m , Wager,W and Rojas, A (1981) "Planning and Authoring Computer - Assisted Instruction Lessons," *Educational Technology* 21(9) 17-26
- Gagne, R and Briggs ,L (1988) *Principle of Instructional Design* New york Holt, Rinchart and Winston
- Hall, k a (1982) *Computer Base Education in Encyclopedia of Education Research* New York Free Press
- Hannafin, M J and Peck, K L (1988) *The Design, Development and Evaluation of Instructional Software* New York 46-50
- Jay, T B (1983) "The Cognitive Approach to Computer Courseware Design and Evaluation," *Educational Technology* 22(5) 22-26
- Jonassen, David H and Wallace H Hannum (1987, December) "Research Based principles for Designing Computer Software," *Educational Technology* 27 (12)
- Kemp, J E (1975) *Planning and Producing Instructional Media* 5<sup>th</sup> ed, New York Harper-Row Publisher Inc
- Knowles, M S (1975) *Self-directed Learning A Guide for Learners and Teachers* New York Association Press
- Kulhavy, R W (1977) "Feedback in written instruction," *Review of Educational Research* 47 211-232
- Liu , His -Chiv (1975, September) W computer- Assisted Instruction in Teaching College Physics, " *Dissertation Abstracts International* 36 (3) 1411-A - 1422-A
- Ma, Hsiu - Lan (1994, November) " A comparative Study Between Traditional Instruction and Modified Multimedia Instruction in Mathematical Problem Solving Achievements and Beliefs of Sixth - Grade Students in Taiwan, the Republic of China , W Dissertation abstracts International -A 55(05) p 1214
- Melin- Conejeros, Juan (1993, January) " The Effect of Using a Computer Algebra System in a Mathematics Laboratory on the Achievement and Attitude of Calculus students," *Dissertation Abstracts International* 53 (07) 2283-A
- Merrill, Paul F and others (1992) *Computers in Education* 2<sup>nd</sup> ed USA Allyn and Bacon

- National Council of Teacher of Mathematics (1989) *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* Virginia The National Council of Teacher of Mathematics, Inc
- Osoko, Madinah Khadijah (1999, May) " Using Technology to improve Instructional Practices Multimedia Technology, "*Dissertation Abstracts International* A 59 (11) 4049-A
- Park, Kyungmee (1993, July) "A Comparative Study of the Traditional Calculus Course VS the Calculus & Mathematical Course (CAI, Calculus & Mathematical) " *Dissertation Abstracts International* 54 (01) 119-A
- Prenis, John (1977) *Running Press Glossary of Computer Terms* New Jersey Kaiman & Polon , Inc
- Prescott, Danial A (1961) " Report to Conference on Child Study " *Education Bulletin* Bangkok Faculty of Education, Chulalongkorn University
- Romiszowski, A J (1986) *Developing Auto – Instructional Materials* New York London Nichols Publishing
- Schrock, Connie Sue (1990, January) "Calculus and Computing An Exploratory Study to Examine the effectiveness of Using a Computer Algebra System to Develop Increased Conceptual Understanding in a First – Semester calculus Course," *Dissertation Abstracts International* 50(07) 1926 –A
- Sickler, Nancy Gibbs (1988 , June) "The Effects of Different Modes of Instruction and Feedback on the Achievement of Student with Differing Levels of Control *Dissertation Abstracts International* 48 (12) " 3045-A
- Sippl n, Charles J (1981) *Microcomputer Dictionary* 2<sup>nd</sup> ed U S A Howard W Sams & Co ', Inc
- Spencer, Donald D (1977) *Computer Dictionary* 2<sup>nd</sup> ed Florida Camelon Publishing Company, Inc
- Stolurow, L M (1971) "Computer – Aided Instruction" *Encyclopedia of Computer Science* Vol 2 , pp 390-400 by Lee C Dughton , New York Mac Milan & Free Press

Utomporn Plalavonk, Sribudh Waewcharoen and Porntip sinutog (1995) " *Computer – Assisted Instruction in Calculus* ," The Second Asian Mathematical Conference Abstracts pp 134, Nakhon Ratchasima Suranaree University of Technology

Waits' Bert K and Demana Franklin (1992,March) "A Case against computer Symbolic Manipulation in school Mathematics Today " *The Mathematics Teacher* 85(3) 180

Wilson, James W (1971) "*Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*," in and book on *Formative and Summative Evaluation of students Learning* pp 643-696 ed by Benjamin S Bloom New York McGraw-Hill book

Zinn K I (1976) " Computer – Assisted Instruction (CAI) " *Encyclopedia of Computer science* 268-270

ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถาม กับจุดประสงค์ (IOC)
- ค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อ เทียบกับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60

ตาราง 4 แสดงดัชนีความสอดคล้องของคำถาม กับจุดประสงค์ (IOC)

| แบบทดสอบข้อที่ | คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   | $\sum x$ | IOC  |
|----------------|---------------------------|---|---|----------|------|
|                | 1                         | 2 | 3 |          |      |
| 1              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 2              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 3              | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 4              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 5              | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 6              | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 7              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 8              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 9              | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 10             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 11             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 12             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 13             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 14             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 15             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 16             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 17             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 18             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 19             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 20             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 21             | 1                         | 1 | 1 | 3        | 1    |
| 22             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 23             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 24             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 25             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 26             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |

ตาราง 4 (ต่อ)

| แบบทดสอบข้อที่ | คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   | $\sum x$ | IOC  |
|----------------|---------------------------|---|---|----------|------|
|                | 1                         | 2 | 3 |          |      |
| 27             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 28             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 29             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |
| 30             | 1                         | 1 | 0 | 2        | 0.67 |

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

| ข้อที่ | p    | r    | ข้อที่ | P    | r    |
|--------|------|------|--------|------|------|
| 1      | 0 61 | 0 52 | 16     | 0 76 | 0 36 |
| 2      | 0 29 | 0 27 | 17     | 0 43 | 0 52 |
| 3      | 0 64 | 0 45 | 18     | 0 47 | 0 33 |
| 4      | 0 55 | 0 79 | 19     | 0 42 | 0 58 |
| 5      | 0 23 | 0 33 | 20     | 0 37 | 0 61 |
| 6      | 0 78 | 0 30 | 21     | 0 26 | 0 52 |
| 7      | 0 35 | 0 58 | 22     | 0 28 | 0 45 |
| 8      | 0 66 | 0 52 | 23     | 0 50 | 0 39 |
| 9      | 0 60 | 0 48 | 24     | 0 24 | 0 27 |
| 10     | 0 52 | 0 67 | 25     | 0 33 | 0 55 |
| 11     | 0 51 | 0 61 | 26     | 0 60 | 0 70 |
| 12     | 0 46 | 0 73 | 27     | 0 24 | 0 33 |
| 13     | 0 41 | 0 39 | 28     | 0 43 | 0 67 |
| 14     | 0 65 | 0 39 | 29     | 0 30 | 0 24 |
| 15     | 0 75 | 0 21 | 30     | 0 54 | 0 30 |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเป็น 0 85

$$\begin{aligned}
 K - R20 \quad r_n &= \frac{k}{k-1} \left[ \left( 1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_i^2} \right) \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[ \left( 1 - \frac{6\,6938}{37\,32} \right) \right] \\
 &= \frac{30}{29} [(1 - 0\,179)] \\
 &= 0\,85
 \end{aligned}$$

ตาราง 6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

| คนที่ | Pre-Test<br>30 คะแนน | Post-Test<br>30 คะแนน | ผลต่าง<br>(D) | $D^2$ | คนที่ | Pre-Test<br>30 คะแนน | Post-Test<br>30 คะแนน | ผลต่าง<br>(D) | $D^2$             |
|-------|----------------------|-----------------------|---------------|-------|-------|----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| 1     | 10                   | 24                    | 14            | 196   | 16    | 8                    | 20                    | 12            | 144               |
| 2     | 11                   | 28                    | 17            | 289   | 17    | 12                   | 22                    | 10            | 100               |
| 3     | 12                   | 22                    | 10            | 100   | 18    | 9                    | 27                    | 18            | 324               |
| 4     | 11                   | 23                    | 12            | 144   | 19    | 9                    | 24                    | 15            | 225               |
| 5     | 9                    | 23                    | 14            | 196   | 20    | 10                   | 20                    | 10            | 100               |
| 6     | 8                    | 25                    | 17            | 289   | 21    | 12                   | 22                    | 10            | 100               |
| 7     | 12                   | 22                    | 10            | 100   | 22    | 12                   | 23                    | 11            | 121               |
| 8     | 8                    | 20                    | 12            | 144   | 23    | 11                   | 20                    | 9             | 81                |
| 9     | 12                   | 24                    | 12            | 144   | 24    | 10                   | 20                    | 10            | 100               |
| 10    | 8                    | 20                    | 12            | 144   | 25    | 10                   | 22                    | 12            | 144               |
| 11    | 9                    | 26                    | 17            | 289   | 26    | 8                    | 20                    | 12            | 144               |
| 12    | 12                   | 26                    | 14            | 196   | 27    | 8                    | 20                    | 12            | 144               |
| 13    | 9                    | 20                    | 11            | 121   | 28    | 9                    | 22                    | 13            | 169               |
| 14    | 11                   | 28                    | 17            | 289   | 29    | 11                   | 20                    | 9             | 81                |
| 15    | 10                   | 26                    | 16            | 256   | 30    | 9                    | 24                    | 15            | 225               |
|       |                      |                       |               |       |       |                      |                       |               | $\sum D = 383$    |
|       |                      |                       |               |       |       |                      |                       |               | $\sum D^2 = 5099$ |

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} & df &= N-1 \\
 &= \frac{383}{\sqrt{\frac{30(5099) - (383)^2}{30-1}}} & df &= 30-1 = 29 \\
 &= \frac{383}{14.7169} \\
 &= 26.025
 \end{aligned}$$

ตาราง 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่องอนุพันธ์  
ของฟังก์ชัน ของนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60

| คนที่ | Post-Test<br>30 คะแนน |
|-------|-----------------------|
| 1     | 24                    |
| 2     | 28                    |
| 3     | 22                    |
| 4     | 23                    |
| 5     | 23                    |
| 6     | 25                    |
| 7     | 22                    |
| 8     | 20                    |
| 9     | 24                    |
| 10    | 20                    |
| 11    | 26                    |
| 12    | 26                    |
| 13    | 20                    |
| 14    | 28                    |
| 15    | 26                    |

| คนที่ | Post-Test<br>30 คะแนน |
|-------|-----------------------|
| 16    | 20                    |
| 17    | 22                    |
| 18    | 27                    |
| 19    | 24                    |
| 20    | 20                    |
| 21    | 22                    |
| 22    | 23                    |
| 23    | 20                    |
| 24    | 20                    |
| 25    | 22                    |
| 26    | 20                    |
| 27    | 20                    |
| 28    | 22                    |
| 29    | 20                    |
| 30    | 24                    |

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} & df &= N-1 \\
 &= \frac{22.7667 - 18}{2.59553/\sqrt{30}} & df &= 30-1 = 29 \\
 &= \frac{4.7667}{2.59553/5.4772} \\
 &= \frac{4.7667}{0.47388} \\
 &= 10.059
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

แผนการสอน

วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1 เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

## แผนการสอนที่ 1

วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1

รหัสวิชา 4091401

เรื่อง ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

อนุพันธ์ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันเทียบกับตัวแปร

นิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

กำหนดให้  $y = f(x)$  อนุพันธ์ของ  $y$  เทียบ  $x$  คือ

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

หรือ  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x + h) - f(x)}{h}$  เมื่อสามารถหาลิมิตได้

หมายเหตุ จากนิยาม ให้  $\Delta x = h$

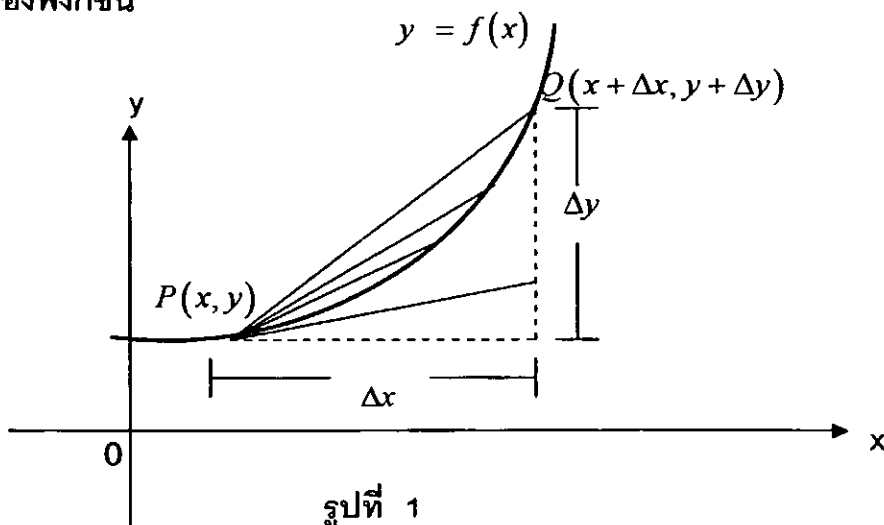
จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 สามารถบอกความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้อง
- 2 สามารถบอกนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้อง
- 3 สามารถคำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามของอนุพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหา

## เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน (Derivatives of Elementary Function)

นิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน



อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยกับความชันของเส้นตรง จากรูปที่ 1 จะได้ว่า

อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ  $y$  เทียบกับ  $x$

$$\text{เท่ากับ ความชันของส่วนของเส้นตรง } PQ = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} \quad \text{เมื่อ } \Delta x \neq 0$$

ความชันของเส้นสัมผัสเส้นโค้ง ณ จุดจุดหนึ่ง จากรูปที่ 1 เมื่อ  $Q$  เคลื่อนที่เข้าใกล้  $P$  ตามเส้นโค้งนี้ ทำให้  $PQ$  เคลื่อนที่สู่ตำแหน่งจำกัด (Limiting position) ตำแหน่งหนึ่ง คือ ตำแหน่งจุดสัมผัสเส้นโค้งของเส้นตรง  $PQ$  ซึ่งทำให้  $\Delta x \rightarrow 0$  ดังนั้น จะได้

ความชันของเส้นสัมผัสเส้นโค้ง  $y = f(x)$  ที่จุด  $P(x, y) =$  ความชันของเส้นโค้ง  $y = f(x)$  ณ จุด  $P(x, y) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  เราเรียกค่าของลิมิตนี้ว่า อนุพันธ์ของ  $f$  ที่  $x$  หรืออนุพันธ์ของ  $y$  เทียบกับ  $x$

ดังนั้น จึงสรุปเป็นนิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f'(x)$  ได้ดังนี้

### นิยามของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

กำหนดให้  $y = f(x)$  อนุพันธ์ของ  $y$  เทียบ  $x$  คือ

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

หรือ  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$  เมื่อสามารถหาขีดจำกัดได้

หมายเหตุ จากนิยาม ให้  $\Delta x = h$

### ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

- อนุพันธ์ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันเทียบกับตัวแปร

ตัวอย่างเช่น

- ความชันของเส้นสัมผัสกราฟของฟังก์ชัน  $y = f(x)$  ที่จุด  $(x, f(x))$  คืออนุพันธ์ของ  $f$  ที่  $x$
- ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงที่มีตำแหน่งที่วัตถุอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น เมื่อ เวลา  $t$

กำหนดโดย  $f(t)$  กล่าวว่า ความเร็วของวัตถุ ณ เวลา  $t$  คืออนุพันธ์ของ  $f$  ที่  $t$  เป็นต้น

### สัญลักษณ์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

อนุพันธ์ของ  $f(x)$  เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $f'(x)$  อ่านว่า " $f$  prime  $x$ " ซึ่งกำหนดขึ้นดังนี้

1 ถ้าขีดจำกัดค่าได้ เรากล่าวว่า  $f$  เป็นฟังก์ชันที่หาอนุพันธ์ได้ และ  $f'(x)$  เรียกว่า "อนุพันธ์ของฟังก์ชัน  $f$  ที่  $x$ "

2 กระบวนการคำนวณหา  $f'(x)$  เรียกว่า การหาอนุพันธ์ (Derivatives) ของ  $f$

3 ถ้า  $y = f(x)$  แล้วอนุพันธ์ของ  $f$  ที่  $x$  เขียนแทนด้วย  $f'(x)$  สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์อื่นได้อีกคือ  $y'$ ,  $\frac{dy}{dx}$  หรือ  $\frac{d}{dx}f(x)$

ขั้นตอนการคำนวณหา  $f'(x)$  โดยนิยามของอนุพันธ์ดังนี้

1 โจทย์กำหนด  $f(x)$

2 คำนวณหา  $f(x+h)$

3 คำนวณหา  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

4 คำนวณหา  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดให้  $f(x) = x^2 + x - 1$  จงหา  $f'(x)$  โดยใช้นิยามของอนุพันธ์

วิธีทำ นิยาม  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

จากโจทย์  $f(x) = x^2 + x - 1$

จะได้  $f(x+h) = (x+h)^2 + (x+h) - 1$

จากสูตร  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

ดังนั้น  $f(x+h) = (x^2 + 2xh + h^2) + (x+h) - 1$

$$= x^2 + 2xh + h^2 + x + h - 1$$

หา  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h} = \frac{(x^2 + 2xh + h^2 + x + h - 1) - (x^2 + x - 1)}{h}$

$$= \frac{x^2 + 2xh + h^2 + x + h - 1 - x^2 - x + 1}{h}$$

$$= \frac{2xh + h^2 + h}{h}$$

$$= \frac{h(2x + h + 1)}{h}$$

$$= 2x + h + 1$$

จากนิยามของอนุพันธ์  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ดังนั้น  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} (2x + h + 1)$

$$= 2x + 0 + 1$$

$$= 2x + 1$$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้  $f(x) = x^3 - 2$  จงหา  $f'(x)$  โดยใช้นิยามของอนุพันธ์

วิธีทำ นิยาม  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

จากโจทย์  $f(x) = x^3 - 2$

จะได้  $f(x+h) = (x+h)^3 - 2$

จากสูตร  $(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$

ดังนั้น  $f(x+h) = (x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3) - 2$

$$= x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3 - 2$$

$$\text{น} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = \frac{(x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3 - 2) - (x^3 - 2)}{h}$$

$$= \frac{x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3 - 2 - x^3 + 2}{h}$$

$$= \frac{3x^2h + 3xh^2 + h^3}{h}$$

$$= \frac{h(3x^2 + 3xh + h^2)}{h}$$

$$= 3x^2 + 3xh + h^2$$

จากนิยามของอนุพันธ์  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ดังนั้น  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} (3x^2 + 3xh + h^2)$

$$= 3x^2 + 3x(0) + (0)^2$$

$$= 3x^2$$

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้  $f(x) = \frac{1}{x}$  จงหา  $f'(x)$  โดยใช้นิยามของอนุพันธ์

วิธีทำ นิยาม  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

จากโจทย์  $f(x) = \frac{1}{x}$

จะได้  $f(x+h) = \frac{1}{x+h}$

$$\begin{aligned} \text{หา } \frac{f(x+h) - f(x)}{h} &= \frac{\left(\frac{1}{x+h}\right) - \left(\frac{1}{x}\right)}{h} \\ &= \frac{\left(\frac{1}{x+h}\right)\left(\frac{x}{x}\right) - \left(\frac{1}{x}\right)\left(\frac{x+h}{x+h}\right)}{h} \\ &= \frac{\frac{x}{x(x+h)} - \frac{x+h}{x(x+h)}}{h} \\ &= \frac{\frac{x - (x+h)}{x(x+h)}}{h} \\ &= \frac{\frac{x - x - h}{x(x+h)}}{h} \\ &= \frac{\frac{-h}{x(x+h)}}{h} \\ &= \frac{-h}{x(x+h)} \cdot h \\ &= \frac{-h}{x(x+h)} \times \frac{1}{h} \\ &= \frac{-1}{x(x+h)} \end{aligned}$$

จากนิยามของอนุพันธ์  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ดังนั้น  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-1}{x(x+h)} = \frac{-1}{x(x+0)} = \frac{-1}{x^2}$

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำ

- 1 ครู ทบทวน เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน
- 2 ครู แนะนำการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้กับนักศึกษา
- 3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

### ขั้นสอน

- 1 ครูให้นักศึกษาศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ในหน่วยย่อยเรื่องความหมายของอนุพันธ์

### ขั้นสรุป

- 1 เมื่อนักศึกษาศึกษาเนื้อหาบทเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ในหน่วยย่อยเรื่องความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน จบแล้ว ครูให้นักศึกษาช่วยกันสรุป โดยครูจะคอยแนะนำเพิ่มเติม
- 2 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 1 เป็นการบ้าน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

- 1 แผ่นใส เรื่องลิขิตของฟังก์ชัน
- 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันในหน่วยย่อย เรื่องความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

## การวัดและการประเมินผล

### 1 วิธีวัดผล

- 1 1 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 1
- 1 2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

### 2 การประเมินผล

- 2 1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องอย่างน้อย80%
- 2 2 นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 60%

## แผนการสอนที่ 2

วิชา แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1

รหัสวิชา 4091401

เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

### สาระสำคัญ

การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยนำสูตรมาใช้ในการหาคำนวณ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 สามารถบอกความหมายของฟังก์ชันพีชคณิตได้ถูกต้อง
- 2 สามารถบอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตได้อย่างถูกต้อง
- 3 สามารถคำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

### เนื้อหา

การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต  
( Derivatives of Algebraic functions)

ความหมายของฟังก์ชันพีชคณิต ฟังก์ชันพีชคณิตหมายถึง ฟังก์ชันที่เขียนอยู่ในรูปของตัวแปรอิสระ กับเครื่องหมายที่เกี่ยวกับพีชคณิต เช่น  $+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $\div$ ,  $\sqrt{\quad}$  และการยกกำลังเป็นต้น

1 การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร

ให้  $u$ ,  $v$  เป็นฟังก์ชันที่มีอนุพันธ์ที่  $x$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่

$$1 \quad \frac{d}{dx}(c) = 0$$

$$2 \quad \frac{d}{dx}(x) = 1$$

$$3 \quad \frac{d}{dx}(cu) = c \frac{d}{dx}(u)$$

$$4 \quad \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$5 \quad \frac{d}{dx}(u \pm v) = \frac{d}{dx}(u) \pm \frac{d}{dx}(v)$$

$$6 \quad \frac{d}{dx}(uv) = u \frac{d}{dx}(v) + v \frac{d}{dx}(u)$$

$$7 \quad \frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{d}{dx}(u) - u \frac{d}{dx}(v)}{v^2}, \quad v \neq 0$$

$$8 \quad \frac{d}{dx}(u^n) = nu^{n-1} \frac{d}{dx}(u), \quad n \neq 0$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = 3x^2 + 4x - 3$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = 3x^2 + 4x - 3$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(3x^2 + 4x - 3)$$

$$= \frac{d}{dx}(3x^2) + \frac{d}{dx}(4x) - \frac{d}{dx}(3)$$

$$\text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx}(u \pm v) = \frac{d}{dx}(u) \pm \frac{d}{dx}(v)$$

$$= 3 \frac{d}{dx}(x^2) + 4 \frac{d}{dx}(x) - 0 \quad \text{จากสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx}(cu) = c \frac{d}{dx}(u)$$

$$= 3(2x) + 4(1) - 0 \quad \text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$\text{และสูตรที่ 2 } \frac{d}{dx}(x) = 1$$

$$= 6x + 4$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \frac{\sqrt{2}}{x^3}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \frac{\sqrt{2}}{x^3} = \sqrt{2}x^{-3}$  จาก  $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{\sqrt{2}}{x^3}\right)$$

$$= \frac{d}{dx}(\sqrt{2}x^{-3})$$

$$= \sqrt{2} \frac{d}{dx}(x^{-3})$$

$$\text{จากสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx}(cu) = c \frac{d}{dx}(u)$$

$$= \sqrt{2}(-3x^{-4})$$

$$\text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$= -3\sqrt{2}x^{-4}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหา  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \sqrt{x} + \frac{9}{\sqrt[3]{x^4}}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \sqrt{x} + \frac{9}{\sqrt[3]{x^4}} = x^{1/2} + \frac{9}{x^{4/3}} = x^{1/2} + 9x^{-4/3}$  จาก  $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \sqrt{x} + \frac{9}{\sqrt[3]{x^4}} \right)$$

$$= \frac{d}{dx} \left( x^{1/2} + 9x^{-4/3} \right)$$

$$= \frac{d}{dx} \left( x^{1/2} \right) + \frac{d}{dx} \left( 9x^{-4/3} \right) \quad \text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx}(u \pm v) = \frac{d}{dx}(u) \pm \frac{d}{dx}(v)$$

$$= \frac{1}{2} x^{-1/2} + 9 \frac{d}{dx} \left( x^{-4/3} \right)$$

$$\text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$\text{และสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx}(cu) = c \frac{d}{dx}(u)$$

$$= \frac{1}{2x^{1/2}} + 9 \left( -\frac{4}{3} x^{-7/3} \right)$$

$$\text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{x}} - 12x^{-7/3}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{x}} - \frac{12}{x^{7/3}}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{x}} - \frac{12}{\sqrt[3]{x^7}}$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \sqrt{x^2 + 6x + 3}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \sqrt{x^2 + 6x + 3} = (x^2 + 6x + 3)^{1/2}$  จาก  $\sqrt[n]{a^n} = a^{n/n}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \sqrt{x^2 + 6x + 3}$$

$$= \frac{d}{dx} (x^2 + 6x + 3)^{1/2}$$

$$= \frac{1}{2} (x^2 + 6x + 3)^{\frac{1}{2}-1} \frac{d}{dx} (x^2 + 6x + 3) \quad \text{จากสูตรที่ 8}$$

$$\frac{d}{dx} (u^n) = nu^{n-1} \frac{d}{dx} (u) \quad , \quad n \neq 0$$

$$= \frac{1}{2} (x^2 + 6x + 3)^{-\frac{1}{2}} (2x + 6) \quad \text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx} (x^n) = nx^{n-1}$$

$$\text{และสูตรที่ 1 } \frac{d}{dx} (c) = 0$$

$$= \frac{(2x+6)}{2} (x^2 + 6x + 3)^{-\frac{1}{2}}$$

$$= \left[ \frac{2(x+3)}{2} \right] \left[ \frac{1}{(x^2 + 6x + 3)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$= (x+3) \frac{1}{\sqrt{x^2 + 6x + 3}}$$

$$= \frac{(x+3)}{\sqrt{x^2 + 6x + 3}}$$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = x^3 - \frac{2}{x^3} + \frac{5}{x^4}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = x^3 - \frac{2}{x^3} + \frac{5}{x^4} = x^3 - 2x^{-3} + 5x^{-4}$  จาก  $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left( x^3 - \frac{2}{x^3} + \frac{5}{x^4} \right)$$

$$= \frac{d}{dx} (x^3 - 2x^{-3} + 5x^{-4})$$

$$= \frac{d}{dx} (x^3) - \frac{d}{dx} (2x^{-3}) + \frac{d}{dx} (5x^{-4})$$

$$\text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx} (u \pm v) = \frac{d}{dx} (u) \pm \frac{d}{dx} (v)$$

$$= \frac{d}{dx} (x^3) - 2 \frac{d}{dx} (x^{-3}) + 5 \frac{d}{dx} (x^{-4}) \quad \text{จากสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx} (cu) = c \frac{d}{dx} (u)$$

$$= 3x^2 - 2(-3)x^{-4} + 5(-4)x^{-5} \quad \text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx} (x^n) = nx^{n-1}$$

$$= 3x^2 + 6x^{-4} - 20x^{-5}$$

$$= 3x^2 + \frac{6}{x^4} - \frac{20}{x^5}$$

ตัวอย่างที่ 6 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \frac{4x^5 - 5x^4 + 3x^2}{x^2}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \frac{4x^5 - 5x^4 + 3x^2}{x^2} = \frac{4x^5}{x^2} - \frac{5x^4}{x^2} + \frac{3x^2}{x^2} = 4x^3 - 5x^2 + 3$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{4x^5 - 5x^4 + 3x^2}{x^2} \right)$$

$$= \frac{d}{dx} (4x^3 - 5x^2 + 3)$$

$$= \frac{d}{dx} (4x^3) - \frac{d}{dx} (5x^2) + \frac{d}{dx} (3)$$

$$\text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx} (u \pm v) = \frac{d}{dx} (u) \pm \frac{d}{dx} (v)$$

$$= 4 \frac{d}{dx} (x^3) - 5 \frac{d}{dx} (x^2) + \frac{d}{dx} (3) \quad \text{จากสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx} (cu) = c \frac{d}{dx} (u)$$

$$= 4(3x^2) - 5(2x) + 0$$

$$\text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx} (x^n) = nx^{n-1}$$

$$\text{และสูตรที่ 1 } \frac{d}{dx} (c) = 0$$

$$= 12x^2 - 10x$$

ตัวอย่างที่ 7 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = 3x^{\frac{2}{3}} - 4x^{\frac{3}{4}} + 5x^{\frac{3}{5}}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = 3x^{\frac{2}{3}} - 4x^{\frac{3}{4}} + 5x^{\frac{3}{5}}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left( 3x^{\frac{2}{3}} - 4x^{\frac{3}{4}} + 5x^{\frac{3}{5}} \right)$$

$$= \frac{d}{dx} 3x^{\frac{2}{3}} - \frac{d}{dx} 4x^{\frac{3}{4}} + \frac{d}{dx} 5x^{\frac{3}{5}}$$

$$\text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx} (u \pm v) = \frac{d}{dx} (u) \pm \frac{d}{dx} (v)$$

$$= 3 \frac{d}{dx} x^{\frac{2}{3}} - 4 \frac{d}{dx} x^{\frac{3}{4}} + 5 \frac{d}{dx} x^{\frac{3}{5}}$$

$$\text{จากสูตรที่ 3 } \frac{d}{dx} (cu) = c \frac{d}{dx} (u)$$

$$\begin{aligned}
&= 3\left(\frac{2}{3}\right)x^{\frac{2}{3}-1} - 4\left(\frac{3}{4}\right)x^{\frac{3}{4}-1} + 5\left(\frac{3}{5}\right)x^{\frac{3}{5}-1} \text{ จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1} \\
&= 2x^{-\frac{1}{3}} - 3x^{-\frac{1}{4}} + 3x^{-\frac{2}{5}} \\
&= \frac{2}{x^{\frac{1}{3}}} - \frac{3}{x^{\frac{1}{4}}} + \frac{3}{x^{\frac{2}{5}}}
\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 8 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = (x^2 - 1)^2$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = (x^2 - 1)^2 = (x^2)^2 - 2(x^2)(1) + (1)^2 = x^4 - 2x^2 + 1$   
 จากสูตร  $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

$$\begin{aligned}
\frac{dy}{dx} &= \frac{d}{dx}(x^2 - 1)^2 \\
&= \frac{d}{dx}(x^4 - 2x^2 + 1) \\
&= \frac{d}{dx}(x^4) - \frac{d}{dx}(2x^2) + \frac{d}{dx}(1) \\
&\quad \text{จากสูตรที่ 5 } \frac{d}{dx}(u \pm v) = \frac{d}{dx}(u) \pm \frac{d}{dx}(v) \\
&= 4x^3 - 4x \quad \begin{array}{l} \text{จากสูตรที่ 4 } \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1} \\ \text{และสูตรที่ 1 } \frac{d}{dx}(c) = 0 \end{array}
\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 9 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = (x^5 + 2)^6$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = (x^5 + 2)^6$

$$\begin{aligned}
\frac{dy}{dx} &= \frac{d}{dx}(x^5 + 2)^6 \\
&= 6(x^5 + 2)^5 \frac{d}{dx}(x^5 + 2)
\end{aligned}$$

จากสูตรที่ 8  $\frac{d}{dx}(u^n) = nu^{n-1} \frac{d}{dx}(u) , n \neq 0$

$$= 6(x^5 + 2)^5 (5x^4)$$

จากสูตรที่ 4  $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$

และสูตรที่ 1  $\frac{d}{dx}(c) = 0$

$$= 30x^4(x^5 + 2)^5$$

ตัวอย่างที่ 10 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \frac{1}{(4-x)^3}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \frac{1}{(4-x)^3} = (4-x)^{-3}$  จาก  $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left[ \frac{1}{(4-x)^3} \right]$$

$$= \frac{d}{dx} (4-x)^{-3}$$

$$= (-3)(4-x)^{-4} \frac{d}{dx} (4-x)$$

จากสูตรที่ 8  $\frac{d}{dx}(u^n) = nu^{n-1} \frac{d}{dx}(u) , n \neq 0$

$$= (-3)(4-x)^{-4} (-1)$$

จากสูตรที่ 4  $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$

และสูตรที่ 1  $\frac{d}{dx}(c) = 0$

$$= 3(4-x)^{-4}$$

$$= \frac{3}{(4-x)^4}$$

ตัวอย่างที่ 11 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = (4x^2 - 3)(7x^3 + x)$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = (4x^2 - 3)(7x^3 + x)$

$$\text{จากสูตรที่ 6} \quad \frac{d}{dx}(uv) = u \frac{d}{dx}(v) + v \frac{d}{dx}(u)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(4x^2 - 3)(7x^3 + x)$$

$$= (4x^2 - 3) \frac{d}{dx}(7x^3 + x) + (7x^3 + x) \frac{d}{dx}(4x^2 - 3)$$

$$= (4x^2 - 3)(21x^2 + 1) + (7x^3 + x)(8x)$$

$$\text{จากสูตรที่ 4} \quad \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$\text{และสูตรที่ 1} \quad \frac{d}{dx}(c) = 0$$

$$= (84x^4 + 4x^2 - 63x^2 - 3) + (56x^4 + 8x^2)$$

$$= 84x^4 + 4x^2 - 63x^2 - 3 + 56x^4 + 8x^2$$

$$= 140x^4 - 51x^2 - 3$$

ตัวอย่างที่ 12 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = (x^2 + 4)^2(2x^3 - 1)^3$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = (x^2 + 4)^2(2x^3 - 1)^3$

$$\text{จากสูตรที่ 6} \quad \frac{d}{dx}(uv) = u \frac{d}{dx}(v) + v \frac{d}{dx}(u)$$

$$\frac{d}{dx} = \frac{d}{dx}(x^2 + 4)^2(2x^3 - 1)^3$$

$$= (x^2 + 4)^2 \frac{d}{dx}(2x^3 - 1)^3 + (2x^3 - 1)^3 \frac{d}{dx}(x^2 + 4)^2$$

$$= (x^2 + 4)^2 \left[ 3(2x^3 - 1)^2 \frac{d}{dx}(2x^3 - 1) \right] + (2x^3 - 1)^3 \left[ 2(x^2 + 4) \frac{d}{dx}(x^2 + 4) \right]$$

$$= (x^2 + 4)^2 \left[ 3(2x^3 - 1)^2 (6x^2) \right] + (2x^3 - 1)^3 \left[ 2(x^2 + 4)(2x) \right]$$

$$= 2x(x^2 + 4)(2x^3 - 1)^2 \left[ 3(3x)(x^2 + 4) + 2(2x^3 - 1) \right]$$

$$\begin{aligned}
&= 2x(x^2+4)(2x^3-1)^2 \left[ 9x(x^2+4) + (4x^3-2) \right] \\
&= 2x(x^2+4)(2x^3-1)^2 \left[ (9x^3+36x) + (4x^3-2) \right] \\
&= 2x(x^2+4)(2x^3-1)^2 \left[ 9x^3+36x+4x^3-2 \right] \\
&= 2x(x^2+4)(2x^3-1)^2 \left[ 13x^3+36x-2 \right]
\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 13 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \frac{3-2x}{3+2x}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \frac{3-2x}{3+2x}$

จากสูตรที่ 7  $\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v\frac{d}{dx}(u) - u\frac{d}{dx}(v)}{v^2}$

$$\begin{aligned}
\frac{dy}{dx} &= \frac{d}{dx}\left(\frac{3-2x}{3+2x}\right) \\
&= (x^2+4)^2 \frac{d}{dx}(2x^3-1)^3 + (2x^3-1)^3 \frac{d}{dx}(x^2+4)^2 \\
&= \frac{(3+2x)\frac{d}{dx}(3-2x) - (3-2x)\frac{d}{dx}(3+2x)}{(3+2x)^2} \\
&= \frac{(3+2x)(-2) - (3-2x)(2)}{(3+2x)^2} \\
&= \frac{(-6-4x) - (6-4x)}{(3+2x)^2} \\
&= \frac{-6-4x-6+4x}{(3+2x)^2} \\
&= \frac{-12}{(3+2x)^2}
\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 14 จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \frac{(x^2+6)^2}{(x-1)^3}$

วิธีทำ จากโจทย์  $y = \frac{(x^2+6)^2}{(x-1)^3}$

$$\text{จากสูตรที่ 7} \quad \frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{d}{dx}(u) - u \frac{d}{dx}(v)}{v^2}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} &= \frac{d}{dx} \frac{(x^2+6)^2}{(x-1)^3} \\ &= \frac{(x-1)^3 \frac{d}{dx}(x^2+6)^2 - (x^2+6)^2 \frac{d}{dx}(x-1)^3}{[(x-1)^3]^2} \\ &= \frac{(x-1)^3 (2)(x^2+6) \frac{d}{dx}(x^2+6) - (x^2+6)^2 (3)(x-1)^2 \frac{d}{dx}(x-1)}{(x-1)^6} \\ &= \frac{(x-1)^3 (2)(x^2+6)(2x) - (x^2+6)^2 (3)(x-1)^2 (1)}{(x-1)^6} \\ &= \frac{(4x)(x-1)^3(x^2+6) - (3)(x^2+6)^2(x-1)^2}{(x-1)^6} \\ &= [(x-1)^2(x^2+6)] \frac{[(4x)(x-1) - (3)(x^2+6)]}{(x-1)^6} \\ &= (x^2+6) \frac{[(4x)(x-1) - (3)(x^2+6)]}{(x-1)^4} \\ &= (x^2+6) \frac{[(4x^2-4x) - (3x^2+18)]}{(x-1)^4} \\ &= (x^2+6) \frac{(4x^2-4x-3x^2-18)}{(x-1)^4} \end{aligned}$$

$$= (x^2 + 6) \frac{(x^2 - 4x - 18)}{(x - 1)^4}$$

$$= \frac{(x^2 + 6)(x^2 - 4x - 18)}{(x - 1)^4}$$

---

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำ

- 1 ครู ทบทวน เรื่อง ความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน และการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้ नियาม
- 2 ครูแนะนำวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เกี่ยวกับ วิธีการใช้ ทักษะและพื้นฐานของคอมพิวเตอร์เพิ่มเติม
- 3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

### ขั้นสอน

- 1 ครูให้นักศึกษาศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันในหน่วยย่อยเรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

### ขั้นสรุป

- 1 เมื่อนักศึกษาศึกษาเนื้อหาบทเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันในหน่วยย่อยเรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต จบแล้ว ครูให้นักศึกษาช่วยกันสรุป โดยครูจะคอยแนะนำเพิ่มเติม
- 2 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 2 เป็นการบ้าน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

- 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันในหน่วยย่อยเรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

## การวัดและการประเมินผล

### 1 วิธีวัดผล

- 1 1 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 2
- 1 2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

### 2 การประเมินผล

- 2 1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องอย่างน้อย 80%
- 2 2 นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 60%

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

---

จุดประสงค์ที่ 1 บอกความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างถูกต้อง

- 1 อนุพันธ์มีความหมายตรงกับข้อใด
  - a ความชันของเส้นสัมผัสเส้นกราฟ
  - b อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันเทียบกับตัวแปร
  - c ความเร็วของวัตถุ ณ ขณะเวลา  $t$
  - d อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยระยะเวลา  $t$  ใดๆ
  - e ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์ที่ 2 บอกนิยามของอนุพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

- 2 ความชันของเส้นสัมผัสเส้นโค้ง  $y = f(x)$  ที่จุด  $P(x, y)$  เท่ากับความชันของเส้นโค้ง  $y = f(x)$  ณ จุด  $P(x, y) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  เราเรียกค่าของลิมิตนี้ว่าอะไร
  - a อนุพันธ์ของ  $f$  ที่  $x$
  - b อนุพันธ์ของ  $y$  เทียบกับ  $x$
  - c ลิมิตจำกัด
  - d ลิมิตอนันต์
  - e ข้อ a และ b ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 3 คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้นิยามของอนุพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

3 ถ้า  $f(x) = x^2 + \frac{1}{x}$ ,  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

- a  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\left(x^2 + \frac{1}{x}\right) - \left(x^2 + \frac{1}{x}\right)}{h}$
- b  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\left(x^2 + \frac{1}{x}\right) + \left(x^2 + \frac{1}{x}\right)}{h}$
- c  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\left((x+h^2) + \frac{1}{x}\right) - \left(x^2 + \frac{1}{x}\right)}{h}$
- d  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\left((x+h)^2 + \frac{1}{(x+h)}\right) - \left(x^2 + \frac{1}{x}\right)}{h}$
- e  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\left((x+h)^2 + \frac{1}{x}\right) + \left(x^2 + \frac{1}{x}\right)}{h}$

จุดประสงค์ที่ 4 บอกความหมายของฟังก์ชันพีชคณิตได้

4 ข้อใดถูกต้องที่สุด

- a ฟังก์ชันพีชคณิตคือฟังก์ชันที่เขียนอยู่ในรูปของตัวแปรอิสระกับเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต
- b ฟังก์ชันพีชคณิตคือ ฟังก์ชันที่เขียนอยู่ในรูปของตัวแปรอิสระอย่างเดียวนั้น
- c ฟังก์ชันพีชคณิต คือ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม
- d ฟังก์ชันพีชคณิต คือ ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน
- e ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์ที่ 5 บอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตได้อย่างถูกต้อง

5 ให้  $u, v$  เป็นฟังก์ชันที่มีอนุพันธ์ที่  $x$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่ ข้อใดผิด

a  $\frac{dc}{dx} = 0$

b  $\frac{dx}{dx} = 1$

c  $\frac{d}{dx} cu = c \frac{du}{dx}$

d  $\frac{dx^n}{dx} = nx^{n-1}$

e  $\frac{d}{dx} u^n = nu^{n-1}$

6 ให้  $u, v$  เป็นฟังก์ชันที่มีอนุพันธ์ที่  $x$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่ ข้อใดถูกต้อง

a  $\frac{d}{dx}(u+v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$

b  $\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{d}{dx}(v) + v \frac{d}{dx}(u)$

c  $\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{d}{dx}(u) - u \frac{d}{dx}(v)}{v^2}, v \neq 0$

d  $\frac{d}{dx}(u-v) = \frac{du}{dx} - \frac{dv}{dx}$

e ข้อ a, b, c และ d ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 6 คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

7 กำหนดให้  $f(x) = \frac{2x+5}{\sqrt{x+2}}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{1}{2(x+2)^{3/2}}$

b  $\frac{2x-3}{2(x+2)^{3/2}}$

c  $\frac{2x+3}{(x+2)^{1/2}}$

d  $\frac{2x+3}{(x+2)^{3/2}}$

e  $\frac{1}{(x+2)^{3/2}}$

8 กำหนดให้  $f(x) = \frac{x^5}{5} + \frac{1}{x^2} - \frac{3}{x^2} - 4x$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $5x^5 + x^{-2} - 3x^{-2} - 4x$

b  $5x^4 + x^{-3} - 3x^{-3} - 4x$

c  $x^4 - 2x^{-3} + 6x^{-3} - 4$

d  $\frac{x^4}{5} + x^{-2} - 3x^{-2} - 4$

e  $\frac{x^5}{5} - 2x^{-2} + 6x^{-3} - 4$

9 กำหนดให้  $f(x) = (2x^2 - 3x)(x+7)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $4x - 3 + 1$

b  $x^3 - 3x^2 + x^2 + 7x$

c  $2x^3 + 14x^2 - 3x^2 - 21x$

d  $6x^3 + 28x^2 + 6x^2 - 21$

e  $6x^2 - 22x - 21$

10 กำหนดให้  $f(x) = \frac{(3x-7)^7}{2x+1}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{(3x-7)^6}{(2x+1)}$

b  $\frac{7(3x-7)^6}{(2x+1)}$

c  $\frac{7(2x+1)(3x-7)^6 - 2(3x-7)^7}{(2x+1)^2}$

d  $\frac{21(2x+1)(3x-7)^6 - 2(3x-7)^7}{(2x+1)^2}$

e  $\frac{2(3x-7)^7 - 7(2x+1)(3x-7)^6}{(3x-7)^{14}}$

11 กำหนดให้  $f(x) = \sqrt{x^2+5x+3}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $2x+5$

b  $(x^2+5x+3)^{1/2}$

c  $\frac{1}{(x^2+5x+3)^{1/2}}$

d  $\frac{2x+5}{2(x^2+5x+3)^{1/2}}$

e  $\frac{1}{2(2x+5)(x^2+5x+3)^{1/2}}$

12 กำหนดให้  $y = (x^2+3)^4(2x^3-5)^3$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $18x^2(x+3)^3(2x^3-5)^2 + 8x(2x^2-5)^3(x+3)$

b  $18x^2(x^2+3)^4(2x^3-5)^2 + 8x(2x^3-5)^3(x^2+3)^3$

c  $3(x^2+3)^4(2x^3-5)^2 + 4(2x^3-5)^3(x^2+3)$

d  $12(x^2+3)^3(2x^3-5)^2$

e  $(x^2+3)^3(2x^3-5)^2$

13 กำหนดให้  $f(x) = \sqrt[3]{4-9x}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{1}{(4-9x)^{1/3}}$

b  $\frac{1}{3(4-9x)^{2/3}}$

c  $\frac{-3}{(4-9x)^{2/3}}$

d  $\frac{-1}{(4-9x)^{1/3}}$

e  $\frac{3}{(4-9x)^{2/3}}$

จุดประสงค์ที่ 7 บอกความหมายของฟังก์ชันอดิศัยได้อย่างถูกต้อง

14 ข้อใดถูกต้อง

a ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล เป็นฟังก์ชันอดิศัย

b ฟังก์ชันตรีโกณมิติ เป็น ฟังก์ชันอดิศัย

c ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน เป็นฟังก์ชันอดิศัย

d ฟังก์ชันลอการิทึม เป็นฟังก์ชันอดิศัย

e ข้อ a , b , c และ d ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 8 บอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้อย่างถูกต้อง

15 กำหนดสูตรการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติให้ดังนี้

โดยมี  $u(x)$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปร  $x$

$$1 \quad \frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$2 \quad \frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$$

$$3 \quad \frac{d}{dx} \tan u = \sec^2 u \frac{du}{dx}$$

$$4 \quad \frac{d}{dx} \cot u = -\csc^2 u \frac{du}{dx}$$

$$5 \quad \frac{d}{dx} \sec u = \sec u \tan u \frac{du}{dx}$$

$$6 \quad \frac{d}{dx} \csc u = -\csc u \cot u \frac{du}{dx}$$

ข้อใดถูกต้อง

- a ข้อ 1, 2, 3 และ 4 ถูกต้อง
- b ข้อ 2, 3, 4 และ 5 ถูกต้อง
- c ข้อ 3, 4, 5 และ 6 ถูกต้อง
- d ข้อ 1, 4, 5 และ 6 ถูกต้อง
- e ข้อ 1, 2, 5 และ 6 ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 9 บอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผันได้อย่างถูกต้อง

- 16 กำหนดสูตรการหาของอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผันให้ ดังนี้  
โดยมี  $u(x)$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปร  $x$

$$1 \quad \frac{d}{dx} \arcsin u = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \frac{du}{dx}, \quad |u| < 1$$

$$2 \quad \frac{d}{dx} \arccos u = \frac{-1}{\sqrt{1-u^2}} \frac{du}{dx}, \quad |u| < 1$$

$$3 \quad \frac{d}{dx} \arctan u = \frac{1}{1+u^2} \frac{du}{dx}$$

$$4 \quad \frac{d}{dx} \operatorname{arcsec} u = \frac{1}{|u|\sqrt{u^2-1}} \frac{du}{dx}$$

$$5 \quad \frac{d}{dx} \operatorname{arccsc} u = \frac{-1}{|u|\sqrt{u^2+1}} \frac{du}{dx}, \quad |u| > 1$$

$$6 \quad \frac{d}{dx} \operatorname{arccot} u = \frac{1}{1+u^2} \frac{du}{dx}, \quad |u| > 1$$

ข้อใดถูกต้อง

- a ข้อ 1, 2, 3 และ 4 ถูกต้อง
- b ข้อ 2, 3, 4 และ 5 ถูกต้อง
- c ข้อ 3, 4, 5 และ 6 ถูกต้อง
- d ข้อ 1, 4, 5 และ 6 ถูกต้อง
- e ข้อ 1, 2, 5 และ 6 ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 10 บอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลได้อย่างถูกต้อง

17 กำหนดสูตรการหาของอนุพันธ์ของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลให้ ดังนี้

โดยมี  $u(x)$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปร  $x$

$$1 \quad \frac{d}{dx} \log_a u = \frac{1}{u} \log_a e \frac{du}{dx}$$

$$2 \quad \frac{d}{dx} \ln u = \frac{1}{u} \frac{du}{dx}$$

$$3 \quad \frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

ข้อใดถูกต้อง

- a ข้อ 1 ถูกต้อง ข้อ 2, 3 ผิด
- b ข้อ 1 , 2 , ถูกต้อง ข้อ 3 ผิด
- c ข้อ 2 , 3 ถูกต้อง ข้อ 1 ผิด
- d ข้อ 1, 2, 3 ถูกต้อง
- e ข้อ a , b , c และ d ถูกต้อง

จุดประสงค์ที่ 11 บอกสูตรของอนุพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึมได้อย่างถูกต้อง

18 กำหนดสูตรการหาของอนุพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึมให้ ดังนี้

โดยมี  $u(x)$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปร  $x$

$$1 \quad \frac{d}{dx} (a^u) = a^u \ln a$$

$$2 \quad \frac{d}{dx} (e^u) = e^u \frac{du}{dx}$$

$$3 \quad \frac{d}{dx} u^v = v u^{v-1} \frac{du}{dx} + u^v \ln u \frac{dv}{dx}$$

ข้อใดถูกต้อง

- a ข้อ 1 ถูกต้อง ข้อ 2, 3 ผิด
- b ข้อ 1 , 2 , ถูกต้อง ข้อ 3 ผิด
- c ข้อ 2 , 3 ถูกต้อง ข้อ 1 ผิด
- d ข้อ 1, 2, 3 ถูกต้อง
- e ข้อ a , b , c และ d ถูกต้อง

**จุดประสงค์ที่ 12** คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

19 กำหนดให้  $f(x) = \cos x \sin x$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

- a  $\cos x(-\sin x)$
- b  $\cos^2 x + \sin^2 x$
- c  $\cos^2 x - \sin^2 x$
- d  $-\cos^2 x + \sin^2 x$
- e  $-\cos^2 x - \sin^2 x$

20 กำหนดให้  $y = x^3 \cot x^2$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

- a  $-2x^4(\operatorname{cosec}^2 x^2) + 3x^2 \cot x^2$
- b  $-3x^2(\operatorname{cosec}^2 x^2) + 3x^2 \cot 2x$
- c  $-x^3 \operatorname{cosec}^2 x^2 + 3x^2 \cot x^2$
- d  $6x^3(-\operatorname{cosec}^2 x)$
- e  $3x^2(-\operatorname{cosec}^2 x)$

21 กำหนดให้  $y = t^2 \sec \sqrt{x}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

- a  $2t \sec \sqrt{x} \tan \sqrt{x}$
- b  $t^2 \sec \sqrt{x} \tan \sqrt{x} + 2t \sec \sqrt{x}$
- c  $\frac{t^2 \sec \sqrt{x} \tan \sqrt{x}}{2\sqrt{x}} + \sec \sqrt{x}$
- d  $\frac{t^2 \sec \sqrt{x} \tan \sqrt{x}}{2\sqrt{x}} + 2t \sec \sqrt{x}$
- e  $\frac{2t \sec \sqrt{x} \tan \sqrt{x}}{2\sqrt{x}} + t^2 \sec \sqrt{x}$

จุดประสงค์ที่ 13 คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผันโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

22 กำหนดให้  $y = \arcsin(2x-3)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{1}{\sqrt{(2x-3)^2}}$

b  $\frac{2}{\sqrt{(2x-3)^2}}$

c  $\frac{1}{\sqrt{3x-x^2-2}}$

d  $\frac{1}{\sqrt{4(3x-x^2-2)}}$

e  $\frac{2}{\sqrt{4(3x-x^2-2)}}$

23 กำหนดให้  $y = \tan(\cos^{-1} x)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $-\frac{\cos^2(\sec^{-1})}{\sqrt{1-x^2}}$

b  $-\frac{\sec^2(\cos^{-1})}{\sqrt{1-x^2}}$

c  $\frac{\cos^2(\sec^{-1})}{\sqrt{1+x^2}}$

d  $\sin^{-1} x \sec^2(\cos^{-1})$

e  $\sec^2(\cos^{-1})$

24 กำหนดให้  $y = (1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^6$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{1}{6(1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^5}$

b  $\frac{3(1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^5}{\sqrt{(x+3)}\sqrt{x+2}}$

c  $\frac{3(1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^5}{(x+3)\sqrt{x+2}}$

d  $\frac{6(1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^5}{\sqrt{x+3} \sqrt{(x+3)-1}}$

e  $\frac{6(1 + \sec^{-1} \sqrt{x+3})^5}{\sqrt{x+3} \sqrt{(x+3)-1}}$

จุดประสงค์ที่ 14 คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

25 กำหนดให้  $y = x^4 3^{2x}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $4x^3 (2x) 3^{2x-1}$

b  $3^{2x} x^3 [x \ln 3 + 4x]$

c  $3^{2x} x^3 [2x \ln 3 + 4]$

d  $4x^3 (2x) 3^{2x-1} + 3^{2x} 4x^3$

e  $4x^3 (2x) 3^{2x-1} [2x \ln 3 + 4]$

26 กำหนดให้  $y = \left(e^{5x^4+7x-1}\right)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $(20x^3+7)e^{20x+7}$

b  $(20x^3+7)e^{5x^4+7x-1}$

c  $(20x^3+7)e^{20x^3+7}$

d  $e^{5x^4+7x-1}$

e  $e^{20x^3+7}$

27 กำหนดให้  $y = x^{\sin \sqrt{x}}$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $x^{\sin \sqrt{x}} \ln x$

b  $(\sin \sqrt{x})(x^{\sin \sqrt{x}-1})$

c  $(\sin \sqrt{x})(x^{\sin \sqrt{x}-1})(\cos \sqrt{x})$

d  $(\sin \sqrt{x})(x^{\sin \sqrt{x}-1}) + \frac{(\ln x)(x^{\sin \sqrt{x}})(\cos \sqrt{x})}{2\sqrt{x}}$

e  $(\sin \sqrt{x})(x^{\sin \sqrt{x}-1}) + \frac{(\ln x)(x^{\cos \sqrt{x}})(\sin \sqrt{x})}{2\sqrt{x}}$

จุดประสงค์ที่ 15 คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึมโดยใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

28 กำหนดให้  $f(x) = \ln \cos 3x$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\ln(-\cos 3x)$

b  $\frac{1}{\cos 3x}$

c  $\frac{1}{\sin 3x}$

d  $\frac{-3 \sin 3x}{\cos 3x}$

e  $\frac{3 \cos 3x}{\sin 3x}$

29 กำหนดให้  $y = \ln(\sqrt{x^2 + 4} - x)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{1}{\sqrt{x^2 + 4} - x}$

b  $\ln \frac{(2x+1)}{(\sqrt{x^2 + 4} - x)(2\sqrt{x^2 + 4})}$

c  $\ln \frac{(2x+1)}{(\sqrt{x^2 + 4} - x)(2\sqrt{x^2 + 4})}$

d  $\frac{x(x^2 + 4)^{-\frac{1}{2}} - 1}{(\sqrt{x^2 + 4} - x)}$

e  $\frac{1}{(\sqrt{x^2 + 4} - x)(2\sqrt{x^2 + 4})} - 1$

30 กำหนดให้  $y = \log_5 \left( \frac{x}{x+2} \right)$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

a  $\frac{x+2}{x}$

b  $\frac{2}{x(x+2)}$

c  $\frac{x(x+2)}{2}$

d  $\frac{2}{x(x+2)} \log_5 e$

e  $\frac{x(x+2)}{2} \log_5 e$

---

ภาคผนวก ง

แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
**เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน**

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ  
ชื่อผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                               | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|---------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                                             | มากที่สุด        | ๑๒ | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| 1 ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง             |                  |    |         |       |             |
| 1 1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |                  |    |         |       |             |
| 1 2 ความเหมาะสมของการจัดลำดับเนื้อหา        |                  |    |         |       |             |
| 1 3 ความถูกต้องของเนื้อหา                   |                  |    |         |       |             |
| 1 4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา            |                  |    |         |       |             |
| 1 5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน       |                  |    |         |       |             |
| 1 6 เนื้อหาที่น่าสนใจ                       |                  |    |         |       |             |
| 2 ด้านภาพ ภาษา และเสียง                     |                  |    |         |       |             |
| 2 1 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ        |                  |    |         |       |             |
| 2 2 ความชัดเจนของเสียงบรรยายในบทเรียน       |                  |    |         |       |             |
| 2 3 ความถูกต้องของไวยากรณ์ในการให้คำอธิบาย  |                  |    |         |       |             |
| 2 4 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม                 |                  |    |         |       |             |
| 2 5 การสื่อความหมายของภาพมีความเหมาะสม      |                  |    |         |       |             |

| รายการประเมิน                                   | ระดับความคิดเห็น |    |         |      |             |
|-------------------------------------------------|------------------|----|---------|------|-------------|
|                                                 | มากที่สุด        | ๑๒ | ปานกลาง | น้อย | ควรปรับปรุง |
| 3 ด้านตัวอักษรและสี                             |                  |    |         |      |             |
| 3 1 ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอมีความเหมาะสม     |                  |    |         |      |             |
| 3 2 ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นจอภาพ             |                  |    |         |      |             |
| 3 3 แบบอักษรที่ใช้อ่านได้ชัดเจน                 |                  |    |         |      |             |
| 3 4 การเน้นข้อความโดยใช้อักษรและสีมีความเหมาะสม |                  |    |         |      |             |
| 4 ด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ          |                  |    |         |      |             |
| 4 1 ความชัดเจนของคำสั่ง                         |                  |    |         |      |             |
| 4 2 ความสอดคล้องของเนื้อหา                      |                  |    |         |      |             |
| 4 3 ความเหมาะสมของจำนวนข้อ                      |                  |    |         |      |             |
| 4 4 ความเหมาะสมของวิธีการได้ตอบ โดยใช้เมาส์     |                  |    |         |      |             |
| 4 5 ความชัดเจนในการสรุปผลคะแนนรวมท้ายบทเรียน    |                  |    |         |      |             |

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

( )

วันที่ / /

. ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ .

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
**เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน**

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา  
 ชื่อผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                               | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|---------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                                             | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| 1 ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง             |                  |    |         |       |             |
| 1 1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |                  |    |         |       |             |
| 1 2 ความเหมาะสมของการจัดลำดับเนื้อหา        |                  |    |         |       |             |
| 1 3 ความถูกต้องของเนื้อหา                   |                  |    |         |       |             |
| 1 4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา            |                  |    |         |       |             |
| 1 5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน       |                  |    |         |       |             |
| 1 6 เนื้อหาที่น่าสนใจ                       |                  |    |         |       |             |
| 2 ด้านภาพ ภาษา และเสียง                     |                  |    |         |       |             |
| 2 1 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ        |                  |    |         |       |             |
| 2 2 ความชัดเจนของเสียงบรรยายในบทเรียน       |                  |    |         |       |             |
| 2 3 ความถูกต้องของไวยากรณ์ในการให้คำอธิบาย  |                  |    |         |       |             |
| 2 4 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม                 |                  |    |         |       |             |
| 2 5 การสื่อความหมายของภาพมีความเหมาะสม      |                  |    |         |       |             |

| รายการประเมิน                                | ระดับความคิดเห็น |    |         |       |             |
|----------------------------------------------|------------------|----|---------|-------|-------------|
|                                              | ดีมาก            | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| 3 แบบทดสอบ                                   |                  |    |         |       |             |
| 4 1 ความชัดเจนของคำถาม                       |                  |    |         |       |             |
| 4 2 ความสอดคล้องของเนื้อหา                   |                  |    |         |       |             |
| 4 3 ความเหมาะสมของจำนวนข้อแบบทดสอบ           |                  |    |         |       |             |
| 4 4 ความชัดเจนในการสรุปผลคะแนนรวมท้ายบทเรียน |                  |    |         |       |             |

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

( )

วันที่ / /

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

ภาคผนวก จ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

# วิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1

CALCULUS AND ANALYTIC GEOMETRY 1

โดย อ.วิธนา ตั้งสาร

เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน  
(Derivatives of Elementary Function)

นายสมชาย ใจดี

นายสมชาย ใจดี

นายสมชาย ใจดี

EXIT

**ตัวอย่างที่ 1** กำหนดให้  $f(x) = x^2 + x - 1$  จงหา  $f'(x)$

**วิธีทำ** จากนิยามของอนุพันธ์  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

จากโจทย์

$$f(x) = x^2 + x - 1$$

จะได้  $f(x+h) = (x^2 + 2xh + h^2) + (x+h) - 1$

จากสูตร  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

ดังนั้น

$$f(x+h) = (x^2 + 2xh + h^2) + (x+h) - 1$$

$$= x^2 + 2xh + h^2 + x + h - 1$$



**แบบฝึกหัดเรื่องความหมายของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน**

ข้อ 3 กำหนดให้  $f(x) = x^2 + 5$  จงหา  $f'(x)$  โดยใช้นิยาม

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนด  $f(x) = x^2 + 5$

ขั้นที่ 2  $f(x+h) = (\quad)^2 +$

$$= \quad^2 + \quad + \quad^2 +$$

ขั้นที่ 3  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h} =$

ขั้นที่ 4 คำนวณหา  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

$$= \lim_{h \rightarrow 0} \quad =$$

สรุป เมื่อ  $f(x) = x^2 + 5$  แล้ว  $f'(x) =$

**ข้อ ๑**

จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = 3x^2 + 4x - 3$

**วิธีทำ** จากโจทย์  $y = 3x^2 + 4x - 3$

$$\begin{aligned}\frac{dy}{dx} &= \frac{d}{dx}(3x^2 + 4x - 3) \\ &= \frac{d}{dx}(3x^2) + \frac{d}{dx}(4x) - \frac{d}{dx}(3) \\ &= 3 \frac{d}{dx}(x^2) + 4 \frac{d}{dx}(x) - 0\end{aligned}$$



$$= 3(2x) + 4(1) - 0 = 6x + 4$$

**แบบฝึกหัดเรื่องการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต**



$$\frac{d}{dx}(c) =$$

**คำตอบ: 0**

" ตอบได้เพียง 3 ครั้งเท่านั้น "

แบบฝึกหัดเรื่องการทำอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

ข้อ 2

$$\frac{d}{dx}(x) =$$

แบบทดสอบเรื่องอนุพันธ์

" ตอบได้เพียง 3 ครั้งเท่านั้น "

แบบทดสอบเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

ข้อ 8 กำหนด  $f(x) = \frac{x}{(x+1)}$  แล้ว  $f'(x)$   
ตรงกับข้อใด

☐ a  $\frac{1}{(x+1)^2}$

☐ b  $\frac{2}{(x+1)^2}$

☐ c  $\frac{1}{(x+1)}$

☐ d  $\frac{2}{(x+1)}$

☐ e 1

**ตัวอย่างที่ 1**จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \sin(2x+5)$ **วิธีทำ**จากสูตร  $\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$ 

$$y = \sin(2x+5) \quad \text{โดยมี} \quad u = 2x+5$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \sin(2x+5)$$

$$= \cos(2x+5) \frac{d}{dx} (2x+5)$$

$$= \cos(2x+5)(2)$$

$$= 2 \cos(2x+5)$$

**ตัวอย่างที่ 2**จงหาค่า  $\frac{dy}{dx}$  จากสมการ  $y = \arcsin\left(\frac{5}{3}x\right)$ **วิธีทำ**จากสูตร  $\frac{d}{dx} \arcsin u = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot \frac{du}{dx}$ 

$$y = \arcsin\left(\frac{5}{3}x\right) \quad \text{โดยมี} \quad u = \frac{5}{3}x$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{5}{3}x\right)^2}} \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{5}{3}x\right)$$

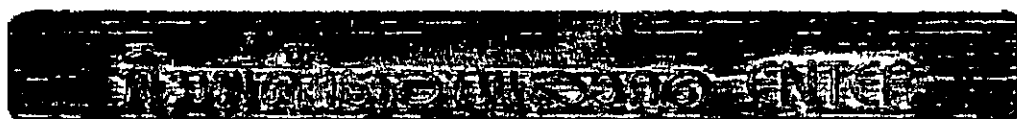
$$= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{25}{9}x^2}} \left(\frac{5}{3}\right) = \frac{5}{3 \sqrt{1-\frac{25}{9}x^2}}$$



แบบฝึกหัดเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ



$$\frac{d}{dx} \sin u = \frac{du}{dx}$$



" ตอบได้เพียง 3 ครั้งเท่านั้น "

แบบฝึกหัดเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ



$$\frac{d}{dx} \cos u = -\frac{du}{dx}$$



" ตอบได้เพียง 3 ครั้งเท่านั้น "

**แบบฝึกหัด เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ**

ข้อ 2 จงหา  $\frac{dy}{dx}$  ของ  $y = \tan(x^2 + 1)$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \frac{d}{dx} \tan(x^2 + 1) &= 2(x^2 + 1) \frac{d}{dx} (x^2 + 1) \\ &= \sec^2(x^2 + 1) \\ &= 2x \cdot 2(x^2 + 1) \end{aligned}$$

**แบบทดสอบเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียล**

1 กำหนดให้  $f(x) = \sin 5x$  แล้ว  $f'(x)$  ตรงกับข้อใด

- ☐ a  $\cos 5x$
- ☐ b  $5 \cos 5x$
- ☐ c  $-\cos 5x$
- ☐ d  $-5 \cos 5x$
- ☐ e  $\cos x$

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### เนื้อหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบ

- 1 อาจารย์ ประสิทธิ์ มั่นมงคล  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
- 2 ดร. จารุวรรณ สิงห์ม่วง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
- 3 ดร. เจริญ แก้วประดิษฐ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

### ด้านเทคนิคสื่อ (คอมพิวเตอร์)

- 1 อาจารย์ชัชฎาภรณ์ ตันตะรวงศา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
- 2 อาจารย์ สุนทรี ธรรมสุวรรณ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

## ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

|                                |                                                                        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                  | นางสาวอริศรา ตั้งวารี                                                  |
| วันเดือนปีเกิด                 | 12 เมษายน 2520                                                         |
| สถานที่เกิด                    | อำเภอสตึก จังหวัดชลบุรี                                                |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 29 หมู่ 7 ต. นาจอมเทียน อ. สตึก จังหวัดชลบุรี                          |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | อาจารย์                                                                |
| สถานที่ทำงานในปัจจุบัน         | มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์                                           |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                        |
| พ.ศ. 2538                      | มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตึกวิทยาคม                               |
| พ.ศ. 2542                      | ค.บ (คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2<br>จากสถาบันราชภัฏราชนครินทร์     |
| พ.ศ. 2548                      | กศ.ม การมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |