



## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ความสำคัญของปัญหา	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
กระบวนการเรียนรู้	4
ทฤษฎีทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์	6
ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	14
ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้กับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อช่วยเพิ่มการเรียนรู้	16
ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20
งานวิจัยในประเทศ	23
งานวิจัยต่างประเทศ	25
กรอบความคิดในการวิจัย	29
สมมุติฐานการวิจัย	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
ประชากร	30
รูปแบบการทดลอง	30
ตัวแปรในการวิจัย	31
วิธีการสร้างเครื่องมือ	31
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	31
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต	33

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 (ต่อ)	
วิธีดำเนินการทดลอง	34
การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
การวิเคราะห์ข้อมูล	35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	40
อภิปรายผล	41
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	42
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	42
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	47
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	48
แบบทดสอบ	49





# การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ

ศักดิ์ชัย ศิริศรี<sup>1</sup> จิรภัทร ภู่วัฒนทอง<sup>2</sup> วีระชัย ท่าดี<sup>3</sup>

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 เลือกตัวอย่างโดยวิธีแบ่งเป็นชั้นภูมิ จำนวน 175 คน โดยแบ่งชั้นภูมิตามสาขาวิชา 3 สาขาวิชา ได้แก่ วิศวกรรมโยธา จำนวน 41 คน วิศวกรรมไฟฟ้าจำนวน 70 คน และวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตก่อนและหลังการทดลอง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 73.52/78.25 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบกึ่งทดลอง แบบทดสอบก่อน-หลัง โดยไม่ได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มซึ่งเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละสาขาวิชา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

<sup>1,2,3</sup> คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



# A Comparison of Academic Achievement in the Integration of Algebraic Function between Using Computer Assisted Instruction and Conservative Instruction

Sakchai Kirisri<sup>1</sup> Jirapat Phookwantong<sup>2</sup> Weerachai Thadee<sup>3</sup>

## Abstract

The objective of this study was to compare academic achievement in the integration of algebraic function between using Computer Assisted Instruction and conservative Instruction. Samples were 175 students at Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla in academic year 2011, selected by stratified sampling from three departments, namely, 41 students from Civil Engineering, 70 from Electrical Engineering and 64 from Mechanical Engineering. Research instruments were Computer Assisted Instruction lesson and pre and post achievement tests of the integration of algebraic function. The E1/E2 of the lesson was 73.52/78.25. This study was quasi-experimental design of pre and post tests without sampling of both groups.

The finding showed that there is no statistically significant difference between academic achievement of the integration of algebraic function of both groups, using Computer Assisted Instruction and conservative Instruction. And there is also no significant difference in each department using Computer Assisted Instruction.

**Keywords:** Comparison, Academic Achievement, Computer Assisted Instruction

---

<sup>1,2,3</sup> Faculty of liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา และ อาจารย์ ถนอมศรี เจนวิถีสุข คณบดีคณะศิลปศาสตร์ รวมทั้งคณะกรรมการพิจารณาในการให้ทุนวิจัยจากงบประมาณรายได้ประจำปี 2554 แก่คณะผู้วิจัยในครั้งนี้ หากคณะผู้วิจัยไม่ได้รับการสนับสนุนด้วยดีจากมหาวิทยาลัยและท่านเหล่านี้ รวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ งานวิจัยครั้งนี้ก็คงจะไม่ประสบผลสำเร็จลงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

5 มีนาคม 2555





# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศกำลังมีบทบาทอย่างกว้างขวางในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้าน เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การบริการสังคม ถึงแวดลอม ไปจนถึงด้านการศึกษา เหตุที่เทคโนโลยี สารสนเทศ หรือ Information Technology มีบทบาทมากมาย เช่นนี้ เพราะเป็นเสมือนเครื่องจักรที่ ขับดันให้ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวกับข้องด้วยการก้าวรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ในด้านการศึกษาบทบาท ของเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาในลักษณะ ต่าง ๆ ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ระบบสื่อ ประสม (Multimedia) ระบบสารสนเทศ (Information System) ระบบฐานข้อมูล (Database System) ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) และระบบ Internet เป็นต้น จากผลกระทบ ของความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้รูปแบบหรือวิธีการจัดการศึกษา เปลี่ยนแปลงไป จากการจัดการศึกษาในรูปแบบปกติที่ยึดครูหรือผู้สอนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ไปเป็นการจัดการศึกษาในลักษณะเป็นระบบเปิดมากขึ้น ส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต เน้น การศึกษาเป็นรายบุคคล เน้นเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้น คุณธรรมและจริยธรรม ส่งเสริมนันทนาการและการพักผ่อนหย่อนใจมากยิ่งขึ้น (ครรรชิต มาลัยวงศ์, 2540)

วิชาแคลคูลัสเป็นวิชาที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะในการศึกษาชั้นสูง เป็นวิชาที่นักศึกษา ต้องมีความสามารถในการสังเกต คิดวิเคราะห์ กำหนด รวมทั้งต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ หรือทำการแก้โจทย์ปัญหา การเรียนการสอนแบบปกติซึ่งเป็นการบรรยายในห้องเรียนมีข้อจำกัดใน เรื่องของเวลา นักศึกษามักจะตามเนื้อหาไม่ทัน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาส่วนมากอยู่ในระดับต่ำ คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์สอนในวิชานี้พบว่าในแต่ละภาค เรียนของการเรียนวิชาแคลคูลัสนี้ นักศึกษามีปัญหาในการเรียนกันมาก ต้องพักการเรียน หรือถูกให้ออกเนื่องจากเกรดเฉลี่ยสะสมไม่ถึงเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด ทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสทาง การศึกษาของนักศึกษาเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนโดยใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ของนักศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาระหว่างวิธีสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนแบบปกติหรือไม่ อันเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสของนักศึกษาให้สูงขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตด้วยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างนักศึกษาสาขาวิชาที่แตกต่างกัน

### ความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร ต่ำมาก ทำให้นักศึกษาสอบไม่ผ่านและถอนรายวิชาในแต่ละภาคเรียนเป็นจำนวนมาก การวิจัยครั้งนี้จะเป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดียในวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร ในเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ยังขาดสื่อการสอนประเภทนี้เป็นอย่างมาก ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้มีสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดียในรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 เทอม 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 320 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 175 คน

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน ซึ่งมี 2 วิธี คือ การสอนแบบปกติ และการสอนโดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

ขอบเขตเนื้อหา เรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต



### นิยามศัพท์เฉพาะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต หมายถึง คะแนนดิบที่ได้จากการทำแบบทดสอบเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ซอฟต์แวร์สื่อการสอนระบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร ภาพ ภาคเคลื่อนไหว เสียง โดยมีจุดประสงค์ เนื้อหา แบบทดสอบ และการแสดงผลย้อนกลับทันที เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการทดสอบ และเฉลย ที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

วิธีสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสอนโดยให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งบันทึกไว้ในแผ่นซีดีที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

วิธีสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนแบบบรรยายโดยผู้สอน ซึ่งมีเนื้อหาเช่นเดียวกันกับเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยไม่มีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) หมายถึง คุณภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เมื่อนำไปใช้สอนแล้วทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 70/70



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับต่อไปนี้

กระบวนการเรียนรู้

ทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้กับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อช่วยเพิ่มการเรียนรู้

ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศ

กรอบความคิดในงานวิจัย

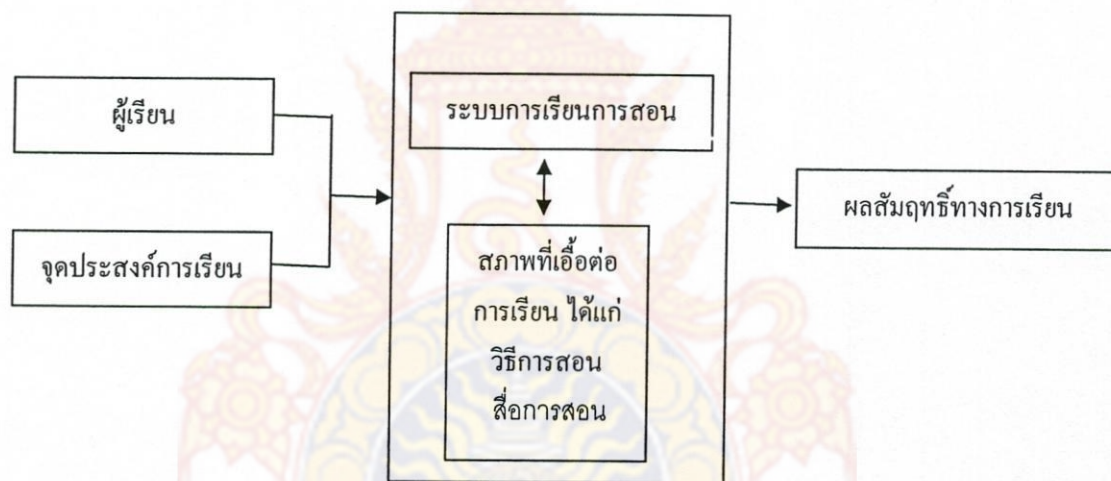
สมมุติฐานการวิจัย



## กระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้ (learning) หมายถึงกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ความเชื่อ และทักษะ การเรียนรู้เป็นกระบวนการเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคน อันเนื่องมาจากกระบวนการเรียนการสอน (Newby และคณะ 2000)

การสอน (Instruction) เป็นการจัดการอย่างเป็นระบบการเพื่ออำนวยความสะดวกแก่การเรียนรู้เพื่อให้ไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งในการสอนนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 4 ปัจจัยได้แก่ ผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ ระบบการเรียนการสอน และสภาพที่เอื้อต่อการเรียนซึ่งได้แก่ วิธีการสอน สื่อการเรียนการสอน ดังภาพ (Roblyer และคณะ 1997)



ระบบการเรียนการสอน

ที่มา Roblyer และคณะ (1997)

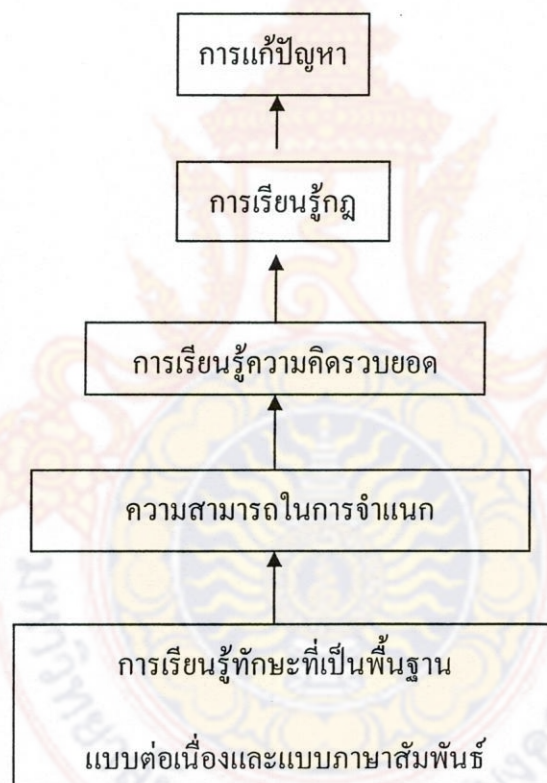
จากภาพปัจจัยด้านผู้เรียนได้แก่ อายุ พื้นฐานครอบครัว ความสามารถทางสติปัญญา ทักษะคิดต่อการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมและทักษะ จุดประสงค์การเรียนรู้ได้แก่ จุดประสงค์ด้านความรู้และทักษะ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

## ทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

สุโขทัยธรรมมาธิราช (2544 : 51-59) ได้เสนอทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

### 1) ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Robert Gagne

Robert Gagne เชื่อว่าการเรียนรู้แต่ละชนิดย่อมต้องการเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ต่างกัน และทักษะที่ซับซ้อนกว่าก็จะอาศัยการเรียนรู้ทักษะที่ง่ายก่อน ซึ่งลำดับขั้นทักษะการเรียนรู้แสดงไว้ ดังนี้



แผนภูมิลำดับขั้นของทักษะการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne



### การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Gagne

- การเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน ผู้สอนจะต้องถามตนเองอยู่เสมอว่าผู้เรียนจะต้องมีความรู้หรือทักษะอะไรก่อนเพื่อที่จะเป็นพื้นฐานขั้นแรก

- เงื่อนไขในการเรียนรู้ ได้แก่

- การเรียนที่ง่ายที่สุดเกิดขึ้นจากอารมณ์และความรู้สึกขึ้นมาเอง

- การเรียนที่เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองเกิดจากระบบประสาทสภาพร่างกายและจิตใจที่พร้อมต่อการตอบสนองต่อคำพูดหรือสิ่งที่เร้า

- การเรียนรู้เป็นแบบลูกโซ่ที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

- การเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของคณิตศาสตร์สามารถควบคุมพฤติกรรมได้ เช่น การพูด การอ่านชื่อ จำนวน

- ผู้เรียนสามารถจำแนกความแตกต่างของสิ่งที่คล้ายกัน เช่น ลักษณะใกล้เคียงกัน และมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอด มีแนวคิดเชิงรูปธรรม เช่น เห็นได้ จับต้องได้ สัมผัสได้

- ความสามารถในการนิยามความหมายของคำศัพท์ เหตุการณ์ กับความสัมพันธ์ที่เป็นข้อความที่สื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน และบอกถึงความแตกต่างหรือความไม่แตกต่างกันได้

- การเรียนรู้หรือหลักการ ผู้เรียนสามารถรวบรวมแนวคิดต่าง ๆ จัดทำเป็นกฎเกณฑ์ หรือหลักการหรือทฤษฎีได้ซึ่งเป็นการสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิดขึ้นไป

- ชั้นแก้ปัญหา ชั้นนี้จะต้องให้กฎหรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาโยงความสัมพันธ์หรือสังเคราะห์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเอากฎหลักการ หลักเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้แก้ปัญหาได้

- สภาพการเก็บรักษาความรู้นั้น ๆ ไว้ได้อย่างถาวร ถ้าสิ่งที่เรียนมีคุณค่าต่อผู้เรียนและผู้เรียนมีศรัทธาในตัวผู้เรียนเอง ตลอดจนผู้เรียนมีความมั่นใจในความรู้ความจริงที่เกิดขึ้น ย่อมจะสามารถเก็บรักษาความรู้นั้นไว้ได้อย่างถาวร

- จัดลำดับขั้นของพฤติกรรมที่ผู้เรียนเรียนครบถ้วน และแสดงให้รู้ว่าผู้เรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

สมทรง สุวพานิช (2544 : 92-94) ได้เสนอทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1) ทฤษฎีพัฒนาการของ Jean Piaget การพัฒนาทางด้านสติปัญญาของ Jean Piaget มีความสัมพันธ์กับอายุและได้แบ่งพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็กออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นรับรู้จากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory Motor Stage) วันแรกเกิดจนถึงประมาณ 2 ขวบ

- ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนการคิดหาเหตุผลเป็น (Pre – Operational Stage) อายุ 2-6 ปี

- ขั้นที่ 3 ขั้นการใช้ความคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุ 6 ปี หรือ 7-11 ปี

- ขั้นที่ 4 ขั้นนี้ใช้ความคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุ 11-14 ปี

**การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Jean Piaget**

- การเรียนรู้กฎเกณฑ์ สูตร ความคิดรวบยอด การกระทำในลักษณะรูปธรรมให้เด็กลงมือปฏิบัติด้วยตนเองแล้วจึงเปลี่ยนเป็นใช้คำพูดอธิบายต่อไป

- ให้เด็กทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม

- พัฒนาการทางสติปัญญาจะเป็นไปตามระดับอายุ ครูคณิตศาสตร์ควรเข้าใจความสามารถของเด็กแต่ละวัย



- ให้เด็กได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อให้ความรู้ใหม่กับความรู้เก่าเกิดความสมดุลและต่อเนื่อง เชื่อมโยงกันได้

- ควรจัดการเรียนการสอนตามลักษณะขั้นบันไดเวียนคือสอนทบทวนเรื่องเดิมแล้วค่อย ๆ ขยายออกไปสู่ความรู้ใหม่

- การเรียนรู้จะประสพผลดีที่สุดก็ต่อเมื่อครูและนักเรียนมีความสัมพันธ์ด้านการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดกัน

2) ทฤษฎีการเรียนรู้ J.S. Bruner กล่าวว่า การเรียนรู้ต้องอาศัยพันธกรรมและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นฐาน แต่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่า เขาเชื่อว่าผู้สอนย่อมนำเนื้อหาใด ๆ ไปสอนเด็กวัยใดก็ได้ถ้าผู้สอนจัดกิจกรรมให้เหมาะกับพัฒนาการของผู้เรียน และจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน เขาได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

- ขั้นที่ 1 Inactive Stage เป็นขั้นที่เด็กจะเรียนรู้จากการกระทำได้มากที่สุดคือ รับรู้ทางประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว

- ขั้นที่ 2 Iconic Stage เป็นขั้นที่อาศัยการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ นำประสบการณ์ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสถ่ายทอดออกมาเป็นสัญลักษณ์

- ขั้นที่ 3 Abstract Stage เป็นขั้นการถ่ายทอดการเรียนรู้หรือประสบการณ์ด้วยการใช้สัญลักษณ์หรือภาษา เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้สามารถแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

**การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Bruner**

(1) ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Inactive Stage เริ่มต้นโดยใช้วัสดุ ของจริงต่าง ๆ

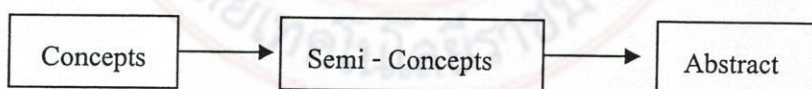
ขั้นที่ 2 Iconic Stage ใช้จินตนาการประกอบการสอน คือ ภาพ กราฟ แผนที่

ขั้นที่ 3 Abstract Stage ใช้จินตนาการล้วน ๆ คือ ใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ เป็นขั้นสุดท้ายในการสอนคณิตศาสตร์

- (2) การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจจะช่วยให้เด็กสร้างกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นได้
- (3) ควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม และเป็นสิ่งที่มีลักษณะไปในแนวเดียวกัน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดได้เร็วขึ้น
- (4) เมื่อสอนเนื้อหาไปตอนหนึ่งแล้วจะต้องทบทวนของเก่า แล้วให้เนื้อหาใหม่เพิ่มอีก (การจัดหลักสูตรแบบบันไดเวียน)
- (5) ฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวเอง แต่อยู่ภายใต้ความสนใจของครูตลอด เพราะความสนใจเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จูงใจให้เกิดการอยากเรียนรู้
- (6) เด็กจะเรียนรู้ได้ดี ถ้าบอกให้ทราบจุดประสงค์ของบทเรียนแต่ละบท
- (7) เด็กสามารถเรียนรู้ได้จากเพื่อนร่วมงานจึงควรให้ทำงานเป็นกลุ่ม

3) ทฤษฎีการเรียนรู้ Z.P. Diens กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนได้ ทำกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นให้มากที่สุดยิ่งกิจกรรมเพิ่มขึ้นเท่าใด ประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ก็เพิ่ม มากขึ้นเท่านั้น Diens มีความเห็นว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสอนคณิตศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ ได้แก่

- ลำดับขั้นการสอนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสอน
- การแสดงความคิดต้องใช้หลายวิธีและหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด
- การทำให้เด็กเกิดความคิดได้จะต้องอยู่ในรูปต่อไปนี้ตามลำดับ



- ความพร้อมทางวุฒิภาวะ สุขภาพ ประสิทธิภาพเดิม ความสนใจ ความถนัด เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ และสมาธิ
- การได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อย ๆ



- การเสริมแรงที่เหมาะสมและเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็ทางวาจาหรือท่าทาง
- การรู้จักใช้วิธีการและสื่อการเรียนให้เหมาะสมและคุ้มค่า

#### การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Diens

ขั้นตอนที่ 1 Play Stage คือ การให้นักเรียนมีอิสระได้เล่นอุปกรณ์หรือสื่อการเรียนรู้ที่ครูจะนำมาสอนได้อย่างเสรีในระยะเวลาหนึ่งที่ครูเห็นสมควร เพื่อสร้างความรู้ที่เด็กได้สัมผัสก่อน

ขั้นตอนที่ 2 Structured Stage เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมการสอนมาแล้วจะต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนที่เตรียมมาตามลำดับขั้น โดยให้นักเรียนปฏิบัติตาม

ขั้นตอนที่ 3 Practice ขั้นสุดท้ายของการสอน คือ ขั้นให้นักเรียนฝึกฝนหรือฝึกหัดหาความชำนาญในกิจกรรมที่เรียนมา

4) ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) การสอนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีนี้ เน้นเรื่องการฝึกให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ ซาก ๆ จนกว่าเด็กจะเคยชิน การสอนจึงเริ่มโดยครูเป็นผู้ให้ตัวอย่างหรือบอกสูตร หรือบอกกฎเกณฑ์ แล้วให้เด็กทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนกระทั่งชำนาญ

นักการศึกษาปัจจุบัน ได้ชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้ว่า

- เด็กต้องจดจำ ท่องจำกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับเด็ก
- เด็กไม่อาจจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้ทั้งหมด
- เด็กจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบากในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหาและสิ่งทีเรียนได้ง่าย

5) ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เน้นว่าการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของเด็กเป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีความเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้ และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อเด็ก และเป็นเรื่องทีเด็กได้พบเห็น ได้ปฏิบัติในสังคมประจำวันของเด็ก ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับกันว่ามีคามเหมาะสมในการนำเอาไปสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน และเหมาะสมสำหรับเด็กระดับประถมศึกษา

ปีที่ 4-6 การสอนตามทฤษฎีนี้มีผู้เชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมได้เสนอแนะไว้ ดังนี้

- การสอนเรื่องใหม่แต่ครั้ง ควรใช้ของจริงประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นขั้นต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง
- ให้โอกาสเด็กได้แสดงถึงวิธีการคิดคำนวณของเด็กเอง และควรให้เด็กได้ชี้ให้เห็นถึงความยากตลอดจนข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่เรียนใหม่กับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว
- ให้เด็กได้ใช้ความพยายามของตนเองในการค้นหาคำตอบโดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการคิด
- ควรใช้โสตทัศนูปกรณ์ในการช่วยสอนขั้นต่าง ๆ ให้มาก
- ให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนใหม่ พร้อมทั้งให้อธิบายวิธีการคิดคำนวณที่เด็กทำด้วยทั้งนี้อาจจะให้ออกไปแสดงวิธีทำบนกระดานให้เพื่อนร่วมชั้นดูก็ได้และควรให้แสดงถึงวิธีตรวจสอบคำตอบด้วยการฝึกฝนให้เกิดทักษะ เป็นสิ่งที่ต้องทำ แต่ควรฝึกหลังจากที่เด็กเข้าใจวิธีการนั้น ๆ เป็นอย่างดีแล้ว
- ควรสอนซ้ำในเรื่องที่เด็กยังไม่เข้าใจจนกว่าเด็กจะเข้าใจ และทำถูกต้อง
- ควรให้เด็กได้นำเอาความรู้ที่ได้เรียนไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน
- ให้เด็กทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการฝึกทักษะในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว

ประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์ (2542 : 137) กล่าวถึงทฤษฎีการสอนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไว้ 3 ทฤษฎี ดังนี้

1) ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่านักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี โดยการฝึกทำสิ่งนั้นซ้ำ ๆ ครูต้องเน้นเรื่องการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดแบบซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง จนกว่านักเรียนจะชินกับวิธีนั้น



2) ทฤษฎีการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental Learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่านักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อนักเรียนเกิดความอยากรู้อะไรเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น กิจกรรมการเรียนควรจัดขึ้นตามเหตุการณ์ที่บังเอิญขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน การเรียนตามทฤษฎีนี้จะใช้ได้เป็นครั้งคราวเฉพาะในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่เหมาะสมเท่านั้น

3) ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของนักเรียนเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่านักเรียนเรียนรู้และเข้าใจได้ดีเมื่อนักเรียนได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง และเป็นเรื่องที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของนักเรียน

จากแนวคิดทฤษฎีจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า แต่ละทฤษฎีนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีนั้น เกิดจากการที่นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อที่เป็นของจริง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อค้นหาคำตอบ ได้รับการฝึกฝนแบบซ้ำ ๆ และอย่างสม่ำเสมอมีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงของตนเอง ครูจึงไม่ควรยึดทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นหลักแต่ควรประยุกต์ผสมผสานนำเอาจุดเด่นของแต่ละทฤษฎีมาใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมความต้องการและความสนใจของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

#### ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วุฒิชัย ประสารสอย (2543) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) ว่า หมายถึง การจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียนนำเสนอโดยสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียน

พรเทพเมืองแมน (2544) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบ หรือมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) กับบทเรียน พร้อมทั้งได้รับผลย้อนกลับ (feedback) อย่างทันที รวมทั้งสามารถประเมินผลและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นบทเรียนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี



จากความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รวบรวมมาสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง บทเรียนที่สร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วยสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง พร้อมทั้งมีการให้ผู้เรียนได้รับทราบผลการเรียนรู้ได้ทันที

### ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่จะมีแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัด ผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับรูปแบบใด ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำ
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ โดยจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหาในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำ เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดี คือ ลดค่าใช้จ่าย และลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาขึ้นไป



5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีคือ ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับได้ทันที สามารถคำนวณผลสอบได้แม่นยำ และรวดเร็ว

### ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้กับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีหลัก ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility)

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก พฤติกรรมจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การเสริมแรง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีนี้จะมีโครงสร้างของบทเรียนในเชิงเส้นตรง (Linear) ผู้เรียน จะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว จะมีการตั้งคำถามแก่ผู้เรียน โดยได้รับผลป้อนกลับทั้งทางบวกถ้าตอบถูก และทางลบถ้าตอบผิด ซึ่งผลป้อนกลับนี้เป็นแรงเสริมผู้เรียน จะต้องผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามจุดประสงค์แรกก่อน จึงจะสามารถเรียนจุดประสงค์ต่อไปได้

2. ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) เชื่อว่า พฤติกรรมมนุษย์นั้นเป็นเรื่องภายในจิตใจ มนุษย์มีความคิด มีอารมณ์จิตใจ และความรู้สึที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนก็ควรคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย ทฤษฎีปัญญานิยมทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (Branching) จะทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตัวเอง ผู้เรียนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกัน โดยจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) เป็นโครงสร้างภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมข้อมูล ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้ หน้าที่ของโครงสร้างความรู้ คือ การนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล เป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม

4. ทฤษฎียืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) เชื่อว่า ความรู้มีโครงสร้างที่แน่นชัด และสลับซับซ้อนมากขึ้นแตกต่างกันไป แนวคิดในเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญาส่งผลให้เกิดความคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อตอบสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งได้แก่ การออกแบบบทเรียนสื่อหลายมิติ (Hypermedia) นั่นเอง

#### หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อช่วยเพิ่มการเรียนรู้

หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อช่วยเพิ่มการเรียนรู้ มีหลักการดังนี้ (Crews, (2004 : 96-100).

1. ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อหา แบบฝึกหัด การทดสอบ และการแจ้งให้ผู้เรียนทราบผลทันที
2. มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เจาะจง ไม่มากเกินไป มีการนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นลำดับจากง่ายไปซับซ้อนขึ้น และมีสื่อผสมทั้งอักษร ภาพ แสงและเสียง โดยสื่อผสมต้องมีความชัดเจน กล่าวคือ ถ้าเป็นตัวอักษร ภาพ หรือ สัญลักษณ์ต้องมองเห็นได้ชัด ไม่พร่ามัว แสงสีต้องสดใส เสียงต้องไม่กระตุก ฟังได้ชัดเจน เป็นต้น
3. มีกิจกรรมการฝึกปฏิบัติในบทเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่เป็นไปตามลำดับ และเพื่อกระตุ้นความสนใจ
4. มีการประเมินผลตนเองเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียน ได้ทราบถึงผลการเรียนรู้ของตน
5. มีการตอบโต้กับผู้เรียนได้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียนทราบ โดยทันทีว่าทำถูกหรือผิด
6. ต้องส่งเสริมกับการเรียนเพื่อรอบรู้ (Support mastery learning) กล่าวคือมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถวัดและสังเกตได้
7. มุ่งเน้นวัดด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสำคัญ
8. ต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้แบบรายบุคคล กล่าวคือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเลือกเนื้อหาหรือกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง และต้องมีความสะดวกต่อการใช้งานได้ง่าย



### 9. ต้องออกแบบ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centered design)

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหรือผู้ที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ควรจะต้องคำนึงถึง ซึ่งมีนักการศึกษาที่ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยกล่าวถึงไว้ดังนี้

Hannafin และ Peck (1988) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพไว้ 12 ประการ คือ

1. บทเรียนต้องพัฒนาขึ้นตามจุดประสงค์ จุดประสงค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งจะต้องมีความชัดเจนและชี้ได้ชัดว่าเนื้อหาใดเป็นเนื้อหาที่สำคัญสำหรับผู้เรียน
2. ควรเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน ระดับความรู้ ทักษะ ความสามารถของผู้เรียนทั้งความสามารถในการอ่านและการทำความเข้าใจด้านภาษา ตลอดจน ความสามารถทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง และควรพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมกับองค์ประกอบเหล่านั้น
3. ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีศักยภาพที่จะสามารถประเมินผลการตอบสนองของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี บทเรียนควรจะต้องมีประสิทธิภาพมากกว่าหนังสือแบบเรียน การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้โต้ตอบมากจะทำให้สามารถทราบถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียนว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่
4. ควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองสอดคล้องตามผลของการตอบสนอง บทเรียนควรมีส่วนช่วยเสริมความรู้และการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตามสมควร
5. ควรดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนก็จะเกิดความตั้งใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

6. ควรให้ความรู้สึกลงในทางที่ดีแก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ในลักษณะที่สร้างความพึงพอใจ มีกำลังใจที่จะเรียน ควรจะได้รับคำชมเชยในกรณีที่ต้องปฏิบัติตามบทเรียนควรหลีกเลี่ยงการลงโทษในกรณีที่ผู้เรียนตอบไม่ถูกต้อง

7. ควรแสดงผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างหลากหลายเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายการเรียน บทเรียนควรแสดงผลแสดงผลย้อนกลับในหลาย ๆ รูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก ควรหลีกเลี่ยงการแสดงผลย้อนกลับที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนต้องการลองตอบผิด

8. ควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน ผู้เรียนควรมีความสามารถเรียนได้อย่างอิสระและสมบูรณ์โดยมิต้องได้รับการช่วยเหลือ และควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเวลาเรียน สถานที่เรียน นอกจากนั้นหากบทเรียนใดมีเสียงประกอบด้วย ก็ไม่ควรให้เสียงนั้นไปรบกวนผู้เรียนอื่น

9. ควรมีการประเมินผู้เรียนอย่างเหมาะสม การใช้คำถามควรใช้ภาษาที่ผู้เรียนคุ้นเคย มีความหมาย ไม่ง่ายจนเกินไป มีความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และการตัดสินใจตอบควรจะต้องชัดเจน

10. ควรใช้ขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ ไม่ควรใช้เพียงตัวอักษรอย่างเดียว ควรแสดงผลด้วยกราฟิกประกอบ มีภาพเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม มีเสียง แสงสี ประกอบเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

11. บทเรียนต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการออกแบบการสอนเช่นเดียวกับการผลิตสื่อการสอนชนิดอื่น ซึ่งจะต้องประกอบด้วยหลายขั้นตอน ควรจะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน บอกจุดประสงค์ บอกทักษะเบื้องต้นและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียน นำเสนอลำดับของเนื้อหาอย่างเหมาะสม ให้ผลย้อนกลับ ประเมินผลการเรียน และแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ

12. บทเรียนจะต้องได้รับการประเมินผลในทุก ๆ ด้าน ต้องมีการประเมินบทเรียนในด้านคุณภาพการสอน ประสิทธิภาพ ความเหมาะสมของการแสดงผลบนจอภาพ การใช้เสียงประกอบ และความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอ ตลอดจนการสร้างความสนใจและสร้างเจตคติที่ดีให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน



Alessi (1991) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีไว้ดังนี้

1. บทเรียนที่ดีจะต้องพัฒนาความรู้ความคิดของผู้เรียนตามลำดับ โดยผู้เรียนไม่เกิดความสับสน
2. ใช้วิธีการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสม
3. มีการใช้กราฟิกและเสียงประกอบ
4. การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนต้องมีความเที่ยงตรง
5. มีการทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียน
6. สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
7. ผู้เรียนสามารถควบคุมการดำเนินเนื้อหาของบทเรียนได้
8. ผู้เรียนสามารถทราบผลการตอบโต้ย้อนกลับจากบทเรียนได้
9. สามารถบันทึกคะแนนหรือผลการเรียนของผู้เรียน โดยอัตโนมัติ เพื่อประโยชน์สำหรับผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนและของทั้งชั้นได้

นอกจากนั้นในการพัฒนาบทเรียนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิก

### ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์นั้นเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งนับวันแต่จะก้าวเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษที่สามารถเอื้อต่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนย่อมจะมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2540) ดังนี้

#### ข้อดี

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สื่อหลายเส้นที่ดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจผู้เรียน ให้เกิดความอยากเรียนรู้ อยากทำ แบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้
3. ความสามารถของหน่วยความจำ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้ เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตน โดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่งโดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของครูผู้สอน ในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้



### ข้อจำกัด

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำ คอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาในบางสถานที่นั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย
2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น นับว่ายังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่น ๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวน และขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่าง ๆ
3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของไอบีเอ็มไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบแม็กอินทอชได้
4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น
5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวาง โปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
6. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

กรมราชทัณฑ์ส่วนส่งเสริมการศึกษาสำนักพัฒนาพฤตินิสัยกรมราชทัณฑ์  
(<http://br.correct.go.th/>) ได้กล่าวถึงข้อดีข้อเสียของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

### ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนด้วยตัวเองได้โดยไม่จำกัดเวลา โดยไม่ต้องรอครูหรือเข้าชั้นเรียน

หากไม่เข้าใจสามารถดูหรือเรียนซ้ำได้ บทเรียนใดเข้าใจแล้ว สามารถผ่านไปเรียนบทอื่นได้โดยไม่ต้องรอให้บทนั้นๆจบก่อน

ช่วยให้ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลากับการงานบริหาร ครูผู้สอนจะได้มีเวลาไปปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยและมีเวลาให้กับนักเรียนมากขึ้น เช่น การจัดเลือกข้อสอบ การตรวจและให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบ การเก็บประวัตินักเรียนเฉพาะวิชาที่สอนเพื่อพัฒนาการด้านการเรียนและการให้คำปรึกษา และช่วยในการจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนของวิชาที่สอน

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดการเรียนการสอนจะทำให้ครูผู้สอนสามารถ วิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงกับวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้เรียน

คอมพิวเตอร์ จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนขั้นต่อไปได้อย่างเที่ยงตรง

ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละ คนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

ลักษณะของ โปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียน ไปตามความสามารถของตน

เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำมาใช้

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้เรียนจะไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ ลดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะผู้เรียนที่อยู่ในวัยเด็ก จะทำให้การเรียนรู้ระบบการทำงานเป็นกลุ่มลดลง ขาดพัฒนาการด้านนี้

การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่เหมาะกับผู้ที่ไม่สามารถควบคุมตัวเองได้ เพราะจะไม่สามารถบังคับหรือกำหนดเวลาการเรียนให้ตัวเองได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แม้จะมีความยืดหยุ่นและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้พอสมควร แต่ก็ไม่เหมือนกับการเรียนในชั้นเรียน โดยตรงกับครู ซึ่งความยืดหยุ่นของการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง จะมีความยืดหยุ่นอย่างมาก เนื่องจากเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับคน มิใช่คนกับคอมพิวเตอร์



ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจน การดูแลรักษาด้วย

การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะ นำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่า ซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ ไอบีเอ็มไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของแม็กอินทอชได้

การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น

เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงอาจจะไม่สามารถช่วยในการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบบทเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์เนื่องจากขาดทักษะในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

## งานวิจัยในประเทศ

สว่างจิต แก้วยานะ (2550) ได้สร้างและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หลักกรรม เบญจศีล เบญจธรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนบ้านดงเจริญชัย อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หลักกรรมเบญจศีล เบญจธรรม สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



นายสิทธิชัย หิรัญดิษฐ์ (2550) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สารระวิทยาศาสตร์ ของ สสวท.ช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสารระวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดหนองผาทะบาลเมืองอุดรดิษฐ์ ปีการศึกษา 2550 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทุกบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ทุกบทเรียน และมีประสิทธิผลโดยรวมที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.21 นักเรียนมีความพึงพอใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 5 บทเรียนอยู่ในระดับมาก

สุธิพร คำน้อย และ คณิตา นิจจริตกุล (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลองโดยใช้นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านตูเวาะ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลากเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีประสิทธิภาพ 87.56/85.67 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (X) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ ค่า t-test พบว่า คะแนนที่ได้หลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระเบียบ น้วยะวงศ์ (2547) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ในสถาบันราชภัฏอุดรดิษฐ์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการจัดการเรียนการสอนระหว่างกลุ่ม 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสาน กลุ่มที่เรียนด้วย WICAI และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสาน และกลุ่มที่เรียนด้วย WICAI จัดเป็นกลุ่มทดลอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้คะแนนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน WICAI มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เป็น 83.64/81.89 ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวมระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสานกับกลุ่มที่เรียนตามปกติ



แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียน โดยการผสมผสานและกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน WICAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

จากวิจัยในประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### งานวิจัยต่างประเทศ

Bialo และ Sinwin (1990) ได้ศึกษาว่าเหตุใดนักเรียนชอบเรียนกับ CAI มากกว่าการเรียนแบบปกติ นักศึกษาให้เหตุผลต่าง ๆ เพราะพวกเขาชอบทำงานกับคอมพิวเตอร์ และเพราะคอมพิวเตอร์ มีลักษณะดังนี้

ไม่มีข้อจำกัดเรื่องความอดทน

ไม่มีเหนื่อย

ไม่มีโกรธ หรือหงุดหงิด

นักเรียนชอบที่จะทำงานแบบเดี่ยว หรือเป็นส่วนตัว

ไม่เคยลืมที่จะกล่าวขอบคุณหรือสรรเสริญยกย่อง

สนุกและบันเทิง

สนองการเรียนรู้แบบรายคน

ไม่ทำให้นักเรียนเงินอายเมื่อทำผิด

ทำให้สามารถทดลองเดาได้ในหลาย ๆ วิธี

ให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที

มีความเป็นคงที่มากกว่าครู

เป็นอิสระจากครู

ไม่ขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ ศาสนา

มีแรงจูงใจสูง

มีเคล็ดลับและแบบฝึกหัดที่ดี

ใช้ตา หู และประสาทสัมผัส

สอนในปริมาณที่นักเรียนต้องการ

ช่วยในการพัฒนาทางการสะกดคำ

พัฒนาศักยภาพในการใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่ออนาคต

ลดความยุ่งยากในบางกิจกรรมที่ต้องใช้การเรียนรู้ด้วยมือ เช่น ช่วยวาดกราฟได้ง่าย

ทำงานได้รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์

Kathleen (2009) (<http://usc.edu.tt/faculty/>) ได้สรุปการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเสริมการเรียนแบบเดิมจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าการเรียน โดยแบบเดิมอย่างเดียว ยังไม่สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจนว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเดียวจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนแบบเดิมอย่างเดียว นักเรียนซึ่งใช้โปรแกรมเกี่ยวกับ word processors ในการพัฒนาทักษะการเขียนจะมีคุณภาพในงานเขียนสูงกว่านักเรียนซึ่งใช้วิธีการเขียนแบบปากกาดินสอ หรือการพิมพ์ดีดแบบเดิม นักเรียนมีการเรียนรู้ได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนแบบเดิม นักเรียนมีความคงทนในการจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีกว่าการเรียนแบบเดิม การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนมีทัศนคติต่อการใช้คอมพิวเตอร์ ต่อการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ และช่วยการเรียนรู้ด้วยตนเองดีขึ้น ทำให้นักเรียนร่วมมือในการเรียนมากขึ้น สร้างแรงจูงใจการเข้าชั้นเรียนเมื่อเทียบกับการเรียนแบบเดิม การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลดีต่อนักเรียนวัยเด็กมากกว่าในวัยผู้ใหญ่ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลดีต่อนักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้ามากกว่าเด็กที่เรียนรู้ได้เร็ว เด็กที่มีฐานะทางเศรษฐกิจไม่ดีจะได้ผลดีมากกว่าเด็กที่มีฐานะดี เด็กที่มีปัญหาทางสุขภาพ เช่น พิการ เด็กเรียนรู้ช้า จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าการเรียนแบบเดิม



อย่างเดียวนั้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศชายและเพศหญิงเมื่อเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักเรียนมีความชอบต่อกิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและให้ผลการตอบรับดี บางครั้งมีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเทียบกับการเรียนแบบเดิม

Bayraktar (2002) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

Matthew และคณะ (2010) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสอนแบบปกติในวิชากายภาพบำบัด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัย Mercy College กลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่เรียนแบบปกติมีจำนวน 16 คน กลุ่มทดลองมีจำนวน 17 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้รับการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผลการทดลองพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีเพิ่มขึ้นของคะแนนทดสอบก่อนหลังอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของแต่ละกลุ่มพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

Nurse (2009) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติกับนักศึกษาพยาบาล จำนวน 104 คน โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบทดสอบเพียงครั้งเดียวเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งเลือกมาอย่างสุ่ม (A randomized, post-test, two-group design) กลุ่มทดลองได้รับการเรียนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายปกติ หลังจากทดลองได้ทำการสอบทันที ผลการทดลองพบว่าผลการเรียนและความพึงพอใจของทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลการเรียนและความพึงพอใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

Pride (2004) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบจับคู่ (matched-pairs design) โดยทดลองกับนักศึกษาจำนวน 64 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 32 คน ในวิทยาลัย mid-south community college ผลการวิจัยพบว่า คะแนนจากการทดสอบไม่แตกต่างกัน

Teal (2008) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ โดยศึกษากับนักเรียนชุมชนในย่าน mid-Atlantic เขาได้ใช้รูปแบบการทดลองแบบ



กึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนจากการทดสอบหลังการสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Tienken และ Maher (2008). ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติกับนักเรียนเกรด 8 ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ จำนวน 284 คน โดยเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 121 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 163 คน และใช้ครูผู้สอนจำนวน 4 คน โดยใช้การทดลองด้วยรูปแบบกึ่งทดลองทดสอบก่อน-หลัง (a quasi-experimental pretest/posttest control-group design) การจัดครูให้เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการสอน ครูในกลุ่มทดลองทำการสอนด้วย CAI ส่วนครูในกลุ่มควบคุมทำการสอนแบบปกติ ผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

Bailey (1991) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติกับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 46 คน โดยจัดให้ครูจำนวน 4 คนทำการสอน ครู 2 คนทำการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ครูอีก 2 คนสอนด้วยการสอนโดยปกติ นักเรียนจะถูกสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม จากนั้นทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผลการทดลองพบว่า คะแนนผลต่างของคะแนนสอบก่อนและหลังของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Rivet (2001) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติกับนักเรียนเกรด 6 ในรัฐเซาท์คาโรไลนา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

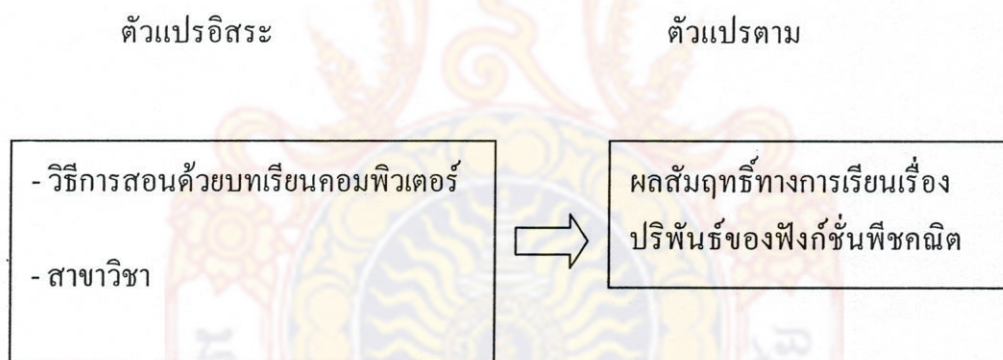
Lewis (2011) ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการสอนแบบปกติกับการสอนแบบปกติอย่างเดียว กับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 73 คนในรัฐแอตแลนต้า แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 38 คนใช้รูปแบบการทดลองแบบกึ่งทดลอง โดยทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (covariate) ด้วยการนำคะแนนทดสอบก่อนเป็นคะแนนปรับค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการสอนแบบปกติมีค่าเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



จากเอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่ได้รวบรวมมาในครั้งนี้ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยมีทั้งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญและมีทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบปกติ โดยไม่พบว่างานวิจัยใดที่พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำกว่าการเรียนแบบปกติ

### กรอบความคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า ตัวผู้เรียน เช่น เพศ สาขาวิชา วิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯลฯ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบความคิดในการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้



### สมมุติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมุติฐานไว้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติมีความแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างนักศึกษาสาขาวิชาที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากร คือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 ภาคเรียนที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 320 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เลือกตัวอย่างโดยแบ่งเป็นชั้นภูมิ โดยแยกชั้นภูมิตามสาขาวิชา 3 สาขาวิชา ได้แก่ วิศวกรรมโยธาจำนวน 41 คน วิศวกรรมไฟฟ้าจำนวน 70 คน และวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 64 คน รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 175 คน ซึ่งขนาดตัวอย่างได้จากตารางการเลือกขนาดตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan)

#### รูปแบบการทดลอง

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถทำการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่มได้ เพราะตารางการเรียนของนักศึกษาของแต่ละห้องแต่ละสาขาวิชาถูกจัดไว้อย่างตายตัว ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการทดลองแบบกึ่งทดลอง(quasi-experimental design) แบบทดสอบก่อน หลัง โดยไม่ได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	วิธีสอน	ทดสอบหลัง
กลุ่มทดลอง	Y1	X	Y2
กลุ่มควบคุม	Y1	-	Y2

X หมายถึง การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- หมายถึง การสอนแบบปกติ

Y1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการทดลอง

Y2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการทดลอง



## ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน ซึ่งมี 2 วิธี คือ การสอบแบบปกติ และการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสาขาวิชา

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

### ตัวแปรภายนอก

1. ทักษะพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน ซึ่งก่อให้เกิดความแตกต่างกันของคะแนนในการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยพยายามควบคุมความแตกต่างของทักษะพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ของนักศึกษาโดยให้อาจารย์ผู้ดำเนินการทดลองให้คำแนะนำเบื้องต้นในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นกับกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม

2. ลักษณะของอาจารย์ผู้สอน 2 ท่านมีความแตกต่างกัน ในด้านเพศ ประสบการณ์การสอน ทักษะการสอนของอาจารย์แต่ละคน ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเพื่อทำให้เกิดความเท่าเทียมกันได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ชี้แจง วิธีการและจุดประสงค์การทดลองให้อาจารย์ทั้งสองท่านทราบเพื่อให้การปฏิบัติการต่าง ๆ มีความใกล้เคียงกัน

### วิธีการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต โดยมีวิธีการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

### การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต เพื่อกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. นำเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้สร้างด้วยโปรแกรม Flash CS3 บนระบบปฏิบัติการ windows xp ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซีพียู Intel Core 2 Duo แรมขนาด 2.00 GB ประกอบด้วย เนื้อหา ตัวอย่าง แบบทดสอบ พร้อมเฉลย โดยมีเสียงประกอบคำบรรยายเนื้อหา แบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยบทเรียนมีลักษณะเป็นแบบตอบโต้กับผู้เรียนได้ กล่าวคือ เมื่อทำแบบทดสอบถูก หรือ ผิด ก็จะมีข้อความตอบโต้ให้ทราบในแต่ละข้อ และมีการประเมินผลคะแนนรวมแจ้งให้ทราบ หลังจากที่นักศึกษาทำแบบทดสอบเสร็จทุกข้อ และเมื่อจบเนื้อหาย่อย ๆ ใด ก็สามารถเลือกเนื้อหา ศึกษาใหม่ ที่ต้องการได้ โดยไม่จำเป็นต้องศึกษาเนื้อหาไปตามลำดับ ดังรายละเอียดของบทเรียน ที่ได้เสนอไว้ในแผ่นซีดี

3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ทำการสอนวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 4 ท่าน ช่วยกันอภิปราย ความถูกต้องของเนื้อหา ลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เนื้อหา และวิธีการใช้บทเรียนว่ามีความน่าสนใจหรือยุ่งยากซับซ้อนหรือไม่ จากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองใช้กับนักศึกษา 3 คน โดยเป็นเด็กที่มีระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งได้เคยศึกษาเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตมาแล้ว โดยนักศึกษาก็จะได้รับคำแนะนำเฉพาะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น และผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมว่านักศึกษามีท่าทีสงสัยหรือไม่ และสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังการทดลอง จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 10 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยศึกษาเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับในขั้นตอนที่ 4 และผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังการทดลอง จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข

6. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 32 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยศึกษาเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต โดยทำการ



ทดลองเช่นเดียวกับในขั้นตอนที่ 5 จากนั้นผู้วิจัยทำการทดสอบนักศึกษาด้วยแบบทดสอบเรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ได้ค่าเท่ากับ 73.52

7. หลังจากการทดลองเสร็จสิ้น 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบชุดเดิมทำการทดสอบกับ นักศึกษากลุ่มเดิมที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) ได้ค่าเท่ากับ 78.25 ทำให้ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ  $73.52/78.25$

สำหรับเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพที่ 70/70 ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้

#### การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ดังนี้

##### การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์ และลงมือเขียนข้อสอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ซึ่งสอนวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความความตรงของเนื้อหาและความถูกต้องเฉลยคำตอบ
3. นำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกับนักศึกษาซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน แล้ว นำคะแนนมาวิเคราะห์หาคุณภาพด้านความยาก และอำนาจจำแนก โดยเลือกข้อที่มีความยาก ระหว่าง 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป แล้วเลือกข้อสอบซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 15 ข้อ

4. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักศึกษาซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 25 คนแล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยสูตร สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟา ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

#### การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

เนื่องจากรูปแบบการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนการทดลองกับนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ดังนั้น นักศึกษาอาจจำใจหวั่นวิตกจากทดสอบก่อนการทดลองได้ ซึ่งอาจทำให้นักศึกษาสามารถตอบใจหวั่นวิตกของการทดสอบหลังการทดลองได้ดีขึ้น ดังนั้น ในการทดสอบหลังการเรียนผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบเป็นแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน โดยในการสร้างแบบทดสอบหลังเรียนผู้วิจัยใช้วิธีการเปลี่ยนเฉพาะตัวเลขของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งลักษณะของวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อยังคงเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน

#### วิธีดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 175 คน จำนวน 6 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้อง กลุ่มควบคุม 3 ห้อง กลุ่มทดลองมีนักศึกษาห้องละ 23, 32 และ 30 คน โดยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมเครื่องกล ตามลำดับ รวมนักศึกษากลุ่มทดลองมีจำนวน 85 คน กลุ่มควบคุมมีนักศึกษาห้องละ 18, 38 และ 34 คน รวมนักศึกษากลุ่มควบคุมมีจำนวน 90 คน ในการเลือกกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองกลุ่มใดเป็นกลุ่มควบคุมผู้วิจัยใช้วิธีการจับสลากจากรายชื่อห้องเรียนในแต่ละสาขาวิชา และในการทดลองครั้งนี้ใช้อาจารย์ 2 ท่าน ร่วมทำการทดลอง โดยอาจารย์ท่านหนึ่งทำการทดลองกับนักศึกษากลุ่มทดลอง 2 ห้อง และกลุ่มควบคุม 2 ห้อง อาจารย์อีกท่านหนึ่งสอนกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง

กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเจ้าหน้าที่ห้องศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ณ ห้องสมุดของมหาวิทยาลัย เป็นผู้แนะนำและควบคุมการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ อาจารย์ผู้สอนให้คำแนะนำเบื้องต้นในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยไม่อธิบายเนื้อหาของบทเรียน แต่ให้นักศึกษาศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน โดยนักศึกษาสามารถดูบทเรียนซ้ำได้ภายในเวลาที่ทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติภายในชั้นเรียน โดยใช้การบรรยาย กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันเฉพาะการเรียนด้วย



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่านั้น โดยเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับประกอบการสอนทั้งสองกลุ่ม ได้รับเหมือนกัน

เวลาในการทดลองของแต่ละกลุ่ม ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลาทดลองตามคาบเรียนปกติของนักศึกษาแต่ละห้อง โดยใช้เวลากลุ่มละ 90 นาที

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

อาจารย์ผู้ร่วมทดลองได้ทำการทดสอบกับนักศึกษาด้วยแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบชุดละ 30 นาที รวมเวลาในการทดลองและทดสอบก่อนและหลังการทดลองทั้งสิ้น 150 นาที

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติโดยสถิติ t-test แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (independent sample t-test)
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตด้วยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่แตกต่างกัน โดยสถิติ f-test

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองในกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองในกลุ่มเรียนแบบปกติ

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา





ตาราง 1 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง  
ในกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สาขาวิชา	จำนวน	คะแนนก่อนการทดลอง				คะแนนหลังการทดลอง			
		ต่ำสุด	สูงสุด	$\bar{X}$	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	$\bar{X}$	S.D.
โยธา	23	0	5	1.65	1.33	0	12	4.17	3.41
ไฟฟ้า	32	0	9	2.75	2.24	0	14	6.28	3.78
เครื่องกล	30	0	5	2.03	1.65	0	14	6.50	4.93
รวม	85	0	9	2.20	1.86	0	14	6.85	4.16

จากตาราง 1 แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนทั้งสิ้น 85 คน โดยเป็นนักศึกษาสาขาวิชา โยธา ไฟฟ้า และเครื่องกล จำนวน 23, 32 และ 30 ตามลำดับ คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง มีคะแนนต่ำสุด คือ 0 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 9 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.86

คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง มีคะแนนต่ำสุด คือ 0 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 14 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.85 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.16

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง  
ในกลุ่มเรียนแบบปกติ

สาขาวิชา	จำนวน	คะแนนก่อนการทดลอง				คะแนนหลังการทดลอง			
		ต่ำสุด	สูงสุด	$\bar{X}$	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	$\bar{X}$	S.D.
โยธา	18	0	8	2.22	2.01	3	12	6.94	2.46
ไฟฟ้า	38	0	5	1.55	1.50	0	15	7.00	4.73
เครื่องกล	34	0	6	2.08	1.79	2	14	6.52	4.05
รวม	90	0	8	1.88	1.73	0	15	6.81	4.07

จากตาราง 2 แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มที่เรียนแบบปกติมีจำนวนทั้งสิ้น 90 คน โดยเป็นนักศึกษาสาขาวิชา โยธา ไฟฟ้า และเครื่องกล จำนวน 18, 38 และ 34 ตามลำดับ คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง มีคะแนนต่ำสุด คือ 0 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 8 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 คะแนน

คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง มีคะแนนต่ำสุด คือ 0 คะแนน คะแนนสูงสุดคือ 15 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.81 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.07

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ

กลุ่ม	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	85	2.20	1.86	1.14	173	.25
กลุ่มเรียนแบบปกติ	90	1.88	1.73			

จากตาราง 3 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.20 และ 1.88 ตามลำดับ

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ

กลุ่ม	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	85	6.85	4.16	-1.52	173	.12
กลุ่มเรียนแบบปกติ	90	6.81	4.07			

จากตาราง 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.85 และ 6.81 ตามลำดับ



ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	17.41	2	8.70	2.60	.08
ภายในกลุ่ม	274.18	82	3.34		
รวม	291.6	84			

จากตาราง 5 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	64.68	2	32.34	1.90	1.55
ภายในกลุ่ม	1391.62	82	16.97		
รวม	1456.30	84			

จากตาราง 6 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างสาขาวิชา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตด้วยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาที่แตกต่างกัน

#### ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 ภาคเรียนที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร จำนวน 320 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ปีการศึกษา 2554 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เลือกตัวอย่างโดยแบ่งเป็นชั้นภูมิ โดยแยกชั้นภูมิตามสาขาวิชา 3 สาขาวิชา ได้แก่ วิศวกรรมโยธาจำนวน 41 คน วิศวกรรมไฟฟ้าจำนวน 70 คน และวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 64 คน รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 175 คน ซึ่งขนาดตัวอย่างได้จากตารางการเลือกขนาดตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan)

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน ซึ่งมี 2 วิธี คือ การสอนแบบปกติ และการสอนโดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร เรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

ขอบเขตเนื้อหา เรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 73.52/78.25 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบคู่ขนาน



การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการทดลองแบบกึ่งทดลอง(quasi-experimental design) แบบทดสอบก่อน หลัง โดยไม่ได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม

### สมมุติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมุติฐานไว้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติมีความแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกัน

### สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตทั้งก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งก่อนและหลังการทดลองระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

### อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตทั้งก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ อาจเป็นเพราะนักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่ำและไม่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนการทดลองของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่เรียนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 2.20 และ 1.88 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.85 และ 6.81 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Matthew (2010) Pride (2004) Tienken และ Maher (2008) และ Teal (2008) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มเรียนแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ผลการวิจัยมีความแตกต่างจากงานวิจัยของ ระเบียบ นี๊ยะวงศ์ (2547) สุธิพร



ค่าน้อย และ คณิตา นิจรัถกุล (2554) Rivet (2001) Lewis (2011) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ

2. จากผลการวิจัยซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งก่อนและหลังการทดลองระหว่างนักศึกษาสาขาวิชาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะนักศึกษาแต่ละสาขาต่างก็เป็นนักศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์เช่นเดียวกัน ดังนั้นความรู้ ความสามารถ ระดับสติปัญญา จึงอาจมีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความไม่แตกต่างกัน

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีนิสัยรักการเรียนและมีความรับผิดชอบต่อตนเองสูง ดังนั้นก่อนการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ จะต้องฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง และต้องหาวิธีการตรวจสอบ กำกับติดตามการเรียนของผู้เรียนว่าได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองจริงหรือไม่

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้สร้างด้วยโปรแกรม Flash CS3 บนระบบปฏิบัติการ windows xp ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ซีพียู Intel Core 2 Duo แรมขนาด 2.00 GB ดังนั้นผู้ที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้ต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามลักษณะของระบบปฏิบัติการและลักษณะเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ต่ำกว่าลักษณะที่ระบุไว้ดังกล่าว ทั้งนี้เพราะหากนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้กับคอมพิวเตอร์ซึ่งไม่ตรงลักษณะดังกล่าว อาจทำให้ภาพ และเสียง มีความผิดเพี้ยนไปจากเดิม

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่มีระดับสติปัญญาต่างกันในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

2. ควรศึกษาความพึงพอใจในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนหรือไม่

3. ควรศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ปัญหาความรับผิดชอบต่อการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปัญหามนุษยสัมพันธ์ ปัญหาความคงทน ปัญหาการขาดทักษะการเขียนหนังสือ เป็นต้น



4. ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาวิชาต่างกัน และ  
ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาต่าง ๆ เหล่านี้ว่ามีความแตกต่างกัน  
หรือไม่



## บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. ห้างหุ้นส่วนจำกัด  
โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- กรมราชทัณฑ์. ส่วนส่งเสริมการศึกษาสำนักพัฒนาพฤตินิสัยกรมราชทัณฑ์ (<http://br.correct.go.th/>  
5 ตุลาคม 2554)
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2540. “ไอทีเพื่อการศึกษาไทย” เอกสารประกอบการสัมมนา *สู่ทศวรรษใหม่  
แห่งสังคมสารสนเทศ : ไอทีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม* วันที่ 27 กุมภาพันธ์-2 มีนาคม 2540  
ณ ศูนย์ประชุมสหประชาชาติ
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. บริษัทวงกลมโปรดักชัน จำกัด,  
กรุงเทพฯ.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware.  
บริษัทเอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ณัฐมน กลั่นทิพย์. 2545. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสอน  
สนทนาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์. 2542. วิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สถาบันราชภัฏ มหาสารคาม.
- ระเบียบ น้อยะวงศ์. 2547. พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ในสถาบันราชภัฏ วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา.  
ห้างหุ้นส่วนจำกัด วีเจ พรินติ้ง, กรุงเทพฯ.
- สมทรง สุวานิช. 2544. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน  
คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา. มหาสารคาม : คณะวิชาครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏ  
มหาสารคาม.



- สว่างจิต แก้วยานะ. 2550. ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้เรื่องหลักกรรมเบญจศีล เบญจธรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดงเจริญชัยอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่  
www.chiangmaiarea2.go.th/downloads/top/savangjit.doc (19 ต.ค. 2554)
- สิทธิชัย หิรัญดิษฐ์. 2550. ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สาธารณศาสตร์ของ สสวท. ช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาธารณศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดหนองผาเทศบาลเมืองอุดรดิษฐ์ ปีการศึกษา 2550. www.kroobannok.com/board\_view.php?b\_id=7103&bcid\_id=16 (12 ต.ค. 2554)
- สุธิพร คำน้อย และ คณิตา นิจรัดกุล. 2554. วารสารวิทยบริการ ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มค.-เมย. 2554  
สุโขทัยธรรมมาราช มหาวิทยาลัย เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาการเรียนการสอน หน่วยที่ 1-7. พิมพ์ครั้งที่ 20. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาราช, 2544
- Alessi. 1991. Computers-Based Instruction : Methods and Development. 2 nd ed. New Jersey : Prentice-Hall. Inc.
- Bailey, T. E. 1991. The effect of computer-assisted instruction in improving mathematics performance of low-achieving ninth-grade students. The College of William and Mary). ProQuest Dissertations and Theses, Retrieved from  
<http://search.proquest.com/docview/303939127?accountid=32070>
- Bayraktar. 2002. A Meta-Analysis of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Science Education. Journal of Research on Technology in Education, v34 n2 p173-88 Win 2001-2002.
- Bialo, E., and Sivin, J. 1990. Report on the Effectiveness of Microcomputers in Schools. Washington, DC : Software Publishers Association.
- Crews, J. M. 2004. Principles and Methodology for computer-assisted instruction (CAI) design. University of Arizona.
- Kathleen C. 2009. Computer-Assisted Instruction (<http://usc.edu.tt/faculty/> 5 ตุลาคม 2554)
- Lewis, R. E. 2011. The effectiveness of computer-assisted instruction on student math achievement. North Central University.
- Matthew R. Hyland, Genevieve Pinto-Zipp, Valerie Olson. 2010. A Comparative Analysis of Computer-Assisted Instruction And Traditional Lecture Instruction For Administration

- And Management Topics In Physical Therapy Education. *Journal of College Teaching & Learning* July .Vol. 7 Issue 7, p1-p13.
- Newby, T.J., Stepich, D.A. Lehman, J.D. & Russell, J.D. 2000. *Instructional Technology for Teaching and Learning: Designing Instruction, Integrating Computers, and Using Media*. New Jersey,Prentice-Hall.
- Nurse R. 2009. *Computer –Assisted Versus Traditional Classroom Instruction to Promote Change in The Nursing Management of The Second Stage of Labor*. A dissertation Texas woman's University.
- Pride, L E. 2004. *Computer Assisted Instruction versus Traditional Lecture Instruction in Developmental Studies in a Rural Mid-South Community College A Dissertation*. Union University.
- Rivet, J. R. 2001. *Student achievement in middle school mathematics: Computer-assisted instruction versus traditional instruction*. University of Southern California).
- Roblyer, M.D., Edwards, J. & Havriluk, M.A. (1997). *Integrating Educational Technology into Teaching*. Upper Saddle River, NJ, Merrill.
- Teal, B. D. 2008. *A comparative analysis of modes of instruction using student test scores in developmental mathematics*. Morgan State University.
- Tienken, C. H., & Maher, J. A. 2008. The influence of computer-assisted instruction on eighth grade mathematics achievement. *RMLE Online*, 32(3), 1-1-13.



ภาคผนวก



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. รศ. ดร. ปาริชาติ บัวเจริญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา
2. รศ. สุเทพ สันติวรานนท์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
2. ผศ. ดร. เลิศทิวส์ ยอดล้ำ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
4. ผศ. นवलศรี อุทัยเชษฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย





แบบทดสอบ เรื่อง การอินทิเกรตฟังก์ชันพีชคณิต (ก่อนทดลอง)

คำชี้แจง ข้อสอบมีจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เวลา 30 นาที

จงทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

\*\*\*\*\*

จงหาค่าอินทิกรัลต่อไปนี้

1.  $\int (x^2 - 5x + 7) dx$

ก.  $\frac{x^3}{3} - \frac{5x^2}{2} + c$

ข.  $\frac{x^3}{3} - \frac{5x^2}{2} + 7x + c$

ค.  $x^3 - 5x^2 + 7x + c$

ง.  $2x + 5 + c$

2.  $\int \left( x - \frac{x}{2} + \frac{2}{x} \right) dx$

ก.  $x^2 - \frac{x^2}{2} + \frac{2}{x^2} + c$

ข.  $x - \frac{x}{2} + \frac{1}{x} + c$

ค.  $\frac{x^2}{2} - \frac{x^2}{4} + 2\ln|x| + c$

ง.  $\frac{x^2}{2} - \frac{x^2}{4} + \frac{2}{x^2} + c$

3.  $\int \left( \sqrt{x} + \frac{1}{x^3} \right) dx$

ก.  $\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{2x^2} + c$

ข.  $\frac{1}{3}x^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{x^2} + c$

ค.  $x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2x^2} + c$

ง.  $x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{x^2} + c$

$$4. \int \frac{x^3 - x^2 + 1}{x^4} dx$$

$$\text{ก. } -x^{-1} + x^{-3} + c$$

$$\text{ข. } \frac{1}{x} - 2x^{-3} - 4x^{-5} + c$$

$$\text{ค. } \ln|3x^2| - 2x + 1 + c$$

$$\text{ง. } \ln|x| + \frac{1}{x} - \frac{1}{3x^3} + c$$

$$5. \int \frac{10x^2 + 3}{\sqrt{x}} dx$$

$$\text{ก. } 25x^{\frac{5}{2}} + \frac{9}{2}x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$\text{ข. } 2x^{\frac{7}{2}} + 4x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$\text{ค. } \frac{20}{7}x^{\frac{7}{2}} + 2x^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ง. } 4x^{\frac{5}{2}} + 6x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$6. \int (x^2 + 1)^2 x^2 dx$$

$$\text{ก. } \frac{x^7}{7} + \frac{2x^5}{5} + \frac{x^3}{3} + c$$

$$\text{ข. } \frac{x^2}{3}(x^2 + 1)^3 + c$$

$$\text{ค. } \frac{x^7}{7} + \frac{x^3}{3} + c$$

$$\text{ง. } \frac{(x^2 + 1)^3}{3} + c$$

$$7. \int (x^2 - 1)^2 dx$$

$$\text{ก. } \frac{x^3}{3} - \frac{2x^2}{3} + 2x + c$$

$$\text{ข. } \frac{2x^3}{3} - \frac{2x^2}{3} - 3x + c$$

$$\text{ค. } \frac{x^5}{5} - \frac{2x^3}{3} + x + c$$

$$\text{ง. } \frac{x^4}{4} - \frac{2x^3}{3} - x + c$$

$$8. \int \sqrt{x}(x^2 - 3) dx$$

$$\text{ก. } x^{\frac{7}{2}} - 3\sqrt{x^3} + c$$

$$\text{ข. } \frac{2}{7}x^{\frac{7}{2}} - 2\sqrt{x^3} + c$$

$$\text{ค. } \frac{1}{7}x^{\frac{3}{2}} + 4\sqrt{x^3} + c$$

$$\text{ง. } x^{\frac{3}{2}} - \sqrt{x^3} + c$$



$$9. \int \sqrt{8 - 2x} \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{-1}{3} (8 - 2x)^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ข. } \frac{1}{3} (8 - 2x)^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ค. } 3(8 - 2x)^{\frac{2}{3}} + c$$

$$\text{ง. } -3(8 - 2x)^{\frac{2}{3}} + c$$

$$10. \int \frac{(\sqrt{x}-4)^2}{x} \, dx$$

$$\text{ก. } x + 4\sqrt{x} + \ln|x| + c$$

$$\text{ข. } x - 4\sqrt{x} + 8\ln|x| + c$$

$$\text{ค. } x + 16\sqrt{x} + 2\ln|x| + c$$

$$\text{ง. } x - 16\sqrt{x} + 16\ln|x| + c$$

$$11. \int \frac{6x}{x^2+3} \, dx$$

$$\text{ก. } 4\ln|x^2 + 3| + c$$

$$\text{ข. } 6\ln|x^2 + 3| + c$$

$$\text{ค. } 12\ln|x^2 + 3| + c$$

$$\text{ง. } 3\ln|x^2 + 3| + c$$

$$12. \int \frac{x-1}{x^2-2x+3} \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{1}{2} \ln|x^2 - 2x + 3| + c$$

$$\text{ข. } \ln|x^2 - 2x + 3| + c$$

$$\text{ค. } \frac{1}{6} \ln|(x^2 - 2x + 3)^2| + c$$

$$\text{ง. } 2\ln|x^2 - 2x + 3| + c$$

$$13. \int (x+5)(x^2+10x+9)^5 \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{(x+5)(x^2+10x+9)^6}{6} + c$$

$$\text{ข. } \frac{(x^2+10x+9)^6}{12} + c$$

$$\text{ค. } \frac{(x^2+10x+9)^6}{6} + c$$

$$\text{ง. } \frac{(x+5)(x^2+10x+9)^6}{12} + c$$





แบบทดสอบ เรื่อง การอินทิเกรตฟังก์ชันพีชคณิต (หลังทดลอง)

คำชี้แจง ข้อสอบมีจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เวลา 30 นาที

จงทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

\*\*\*\*\*

จงหาค่าอินทิกรัลต่อไปนี้

1.  $\int (x^3 - 3x + 6) dx$

ก.  $\frac{x^4}{4} - \frac{3x^2}{2} + 6x + c$

ข.  $\frac{x^4}{4} - \frac{5x^2}{2} + 6x + c$

ค.  $3x^4 - 3x^2 + 6x + c$

ง.  $x^4 - 3x^2 + 6 + c$

2.  $\int \left( x - \frac{x}{3} + \frac{1}{x} \right) dx$

ก.  $x^2 - \frac{x^2}{2} + \frac{2}{x^2} + c$

ข.  $x - \frac{x}{2} + \frac{1}{x} + c$

ค.  $\frac{x^2}{2} - \frac{x^2}{3} + \ln|x| + c$

ง.  $\frac{x^2}{2} - \frac{x^2}{6} + \ln|x| + c$

3.  $\int \left( \sqrt{x} + \frac{1}{x^4} \right) dx$

ก.  $\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{2x^3} + c$

ข.  $\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{3x^3} + c$

ค.  $x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{3x^2} + c$

ง.  $x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2x^2} + c$

$$4. \int \frac{x^4 - x^3 + 2}{x^3} dx$$

$$\text{ก. } x + x^{-3} + c$$

$$\text{ข. } \frac{x^2}{2} - x - \frac{1}{x^2} + c$$

$$\text{ค. } \ln|3x^2| - 3x + c$$

$$\text{ง. } \ln|x| + \frac{1}{x} - \frac{1}{3x^3} + c$$

$$5. \int \frac{6x^3 + 4}{\sqrt{x}} dx$$

$$\text{ก. } 25x^{\frac{5}{2}} + \frac{9}{2}x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$\text{ข. } \frac{6}{7}x^{\frac{7}{2}} + 4x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$\text{ค. } \frac{12}{7}x^{\frac{7}{2}} + 8x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$\text{ง. } 4x^{\frac{5}{2}} + 6x^{\frac{1}{2}} + c$$

$$6. \int (x^3 + 1)^2 x dx$$

$$\text{ก. } \frac{x^8}{8} + \frac{2x^5}{5} + \frac{x^2}{2} + c$$

$$\text{ข. } \frac{1}{3}(x^3 + 1)^3 + c$$

$$\text{ค. } \frac{x^8}{8} + \frac{x^2}{2} + c$$

$$\text{ง. } \frac{x(x^3 + 1)^3}{3} + c$$

$$7. \int (x^2 - 2)^2 dx$$

$$\text{ก. } \frac{x^5}{5} - 2x^2 + 4x + c$$

$$\text{ข. } \frac{(x^2 - 2)^3}{6} + c$$

$$\text{ค. } \frac{x^5}{5} - \frac{4x^3}{3} + 4x + c$$

$$\text{ง. } \frac{(x^2 - 2)^3}{3} + c$$

$$8. \int \sqrt{x}(x^3 - 2) dx$$

$$\text{ก. } x^{\frac{7}{2}} - 3\sqrt{x^3} + c$$

$$\text{ข. } x^{\frac{3}{2}} - \sqrt{x^3} + c$$

$$\text{ค. } \frac{2}{7}x^{\frac{7}{2}} - 4x^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ง. } \frac{2}{9}x^{\frac{9}{2}} - \frac{4}{3}x^{\frac{3}{2}} + c$$



$$9. \int \sqrt{3-2x} \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{1}{3}(3-2x)^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ข. } \frac{-1}{3}(3-2x)^{\frac{3}{2}} + c$$

$$\text{ค. } 3(3-2x)^{\frac{2}{3}} + c$$

$$\text{ง. } -3(3-2x)^{\frac{2}{3}} + c$$

$$10. \int \frac{(\sqrt{x}-1)^2}{x} \, dx$$

$$\text{ก. } x + 4\sqrt{x} + 2\ln|x| + c$$

$$\text{ข. } x - 2\sqrt{x} + 8\ln|x| + c$$

$$\text{ค. } x - 4\sqrt{x} + \ln|x| + c$$

$$\text{ง. } x - 2\sqrt{x} + 4\ln|x| + c$$

$$11. \int \frac{2x}{x^2+1} \, dx$$

$$\text{ก. } 4\ln|x^2+1| + c$$

$$\text{ข. } 2\ln|x^2+1| + c$$

$$\text{ค. } \ln|x^2+1| + c$$

$$\text{ง. } 3\ln|x^2+1| + c$$

$$12. \int \frac{x+2}{x^2+4x+1} \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{1}{2}\ln|x^2+4x+1| + c$$

$$\text{ข. } \ln|x^2+4x+1| + c$$

$$\text{ค. } \frac{1}{6}\ln|(x^2+4x+1)^2| + c$$

$$\text{ง. } 2\ln|x^2+4x+1| + c$$

$$13. \int (x+4)(x^2+8x+3)^3 \, dx$$

$$\text{ก. } \frac{(x+4)(x^2+8x+3)^4}{6} + c$$

$$\text{ข. } \frac{(x^2+8x+3)^4}{8} + c$$

$$\text{ค. } \frac{(x^2+8x+3)^4}{4} + c$$

$$\text{ง. } \frac{(x+4)(x^2+8x+3)^4}{12} + c$$

$$14. \int \frac{x+2}{x-5} dx$$

ก.  $2x + \ln|x - 5| + c$

ข.  $2x - \ln|x - 5| + c$

ค.  $x + 3\ln|x - 5| + c$

ง.  $x + 7\ln|x - 5| + c$

$$15. \int \frac{x^2+3x+4}{x+1} dx$$

ก.  $x + \ln|x + 1| + c$

ข.  $\frac{x^2}{2} + 2x + 2\ln|x + 1| + c$

ค.  $\frac{x}{2} + \ln|x + 1| + c$

ง.  $2x + 2\ln|x + 1| + c$

\*\*\*\*\*

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....สาขาวิชา.....

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ก															
ข															
ค															
ง															

////////////////////////////////////