



ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม

โดย

นางสาววาสนา วงษ์สังข์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนปริตารามวิทยาคม

โดย
นางสาววาสนา วงษ์สังข์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**THE ACHIEVEMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION LESSON
WITH COOPERATIVE LEARNING ON THE REAL NUMBER
IN MATHEMATICS SUBJECT OF MATHAYOMSUKSA 4, PREEDARAMWITTAYAKOM SCHOOL**

**By
Wasana Wongsung**

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF EDUCATION

Department of Educational Technology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม” เสนอโดย นางสาววาสนา วงษ์สังข์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ
..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตรกรรม)
...../...../.....

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมัน)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา)
...../...../.....

48257412 : สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน / การเรียนแบบร่วมมือ

วาสนา วงษ์สังข์ : ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริดดารามวิทยาคม. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : ผศ.ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. 181 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) เพื่อศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน (3) เพื่อศึกษาผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ (4) แบบประเมินการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (5) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ การวิเคราะห์ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.43/77.52
2. ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ อยู่ในระดับดี $\bar{x}=4.05, S.D.=0.91$
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ อยู่ในระดับดี $\bar{x}=4.45, S.D.=0.55$

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

48257412 : MAJOR : EDUCATIONAL TECHNOLOGY

KEY WORD : COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION/ COOPERATIVE LEARNING

WASANA WONGSUNG : THE ACHIEVEMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION LESSON WITH COOPERATIVE LEARNING ON THE REAL NUMBER IN MATHEMATICS SUBJECT OF MATHAYOMSUKSA 4, PREEDARAMWITTAYAKOM SCHOOL. INDEPENDENT STUDY ADVISOR : ASST. PROF. THAPANEE THAMMETAR ,Ph.D. 181 pp.

The research objectives were as follow : (1) to develop computer assisted instruction (CAI) lesson on the real number in mathematic subject of mathayomsuksa 4. (2) to study the achievement of CAI with cooperative learning on the real number in mathematic subject of mathayomsuksa 4 before and after used CAI. (3) to study the students' achievement of lesson with cooperative learning. And (4) to study the opinions of students on CAI with the cooperative learning .

The research instruments were ; (1) the lesson plans with cooperative learning on the real number. (2) the developed computer assisted instruction lesson in mathematic on the real number. (3) the learning achievement test . (4) the evaluation from of cooperative learning with CAI. And (5) the questionnaires toward the CAI lesson , analyze with (\bar{x}) and (S.D.)

The result of this study revealed as the following:

1. The computer assisted instruction lesson on the real number in mathematic subject of mathayomsuksa 4 was found at 76.43/77.52 .
2. The achievement of CAI, the learning outcome of students taught by the cooperative learning approach was found after using higher than before using.
3. The learning achievement of students' group with assisted instruction with cooperative learning was found at well level.
4. The feedback on the research reached preferable level at $\bar{x}=4.45$, S.D.=0.55, was found at well.

Department of Educational Technology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009

Student's signature.....

Independent Study Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริคารามวิทยาคม เล่มนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดีด้วยความเมตตา ความกรุณาเอาใจใส่ดูแล ให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจข้อบกพร่องจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ อาจารย์ดร.อนิรุทธ์ สติมัน ผู้ทรงคุณวุฒิ และ รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตรกรรม ประธานกรรมการ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ประสบการณ์และแนวทาง ตลอดจนให้กำลังใจ ผู้วิจัยซึ่งในความกรุณา รวมทั้งความเอื้ออาทร ให้กำลังใจในการต่อสู้อุปสรรค ด้วยความเมตตาต่อศิษย์เสมอมา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์สวีณา ออบสุวรรณ อาจารย์ศรายุทธ สุวรรณศรี อาจารย์มนัส พุททคุณ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ท่าน ดร.วสันต์ ทองไทย ดร.สุนทรา โตบัว ศน.สุกัญญา ศรีสาคร ผู้เชี่ยวชาญด้านความร่วมมือ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวรรณ์ จันทรเทพ อาจารย์วรากร หงส์โต อาจารย์บุญถิ้อ เลิศนา ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือ ตลอดจนตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนปริคารามวิทยาคม ผู้อำนวยการโรงเรียนแหลมบัววิทยา ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ อนุเคราะห์สถานที่ในการทดลองเครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี พร้อมทั้งขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการศึกษาทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอโน้มระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดาที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ให้กำลังใจ ส่งเสริมด้านการศึกษาตลอดจนวางรากฐานในการศึกษา จนมีโอกาสดำเนินการระดับมหาดบัณฑิต ตลอดจนขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ คุณประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระนี้ ขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญแผนภูมิ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา	9
ความหมายของคณิตศาสตร์.....	9
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	9
หลักการสอนคณิตศาสตร์.....	12
จิตวิทยาที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์	13
ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์.....	13
ประโยชน์ของคณิตศาสตร์	15
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	15
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้	21
รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้	23
ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	26
หลักการสอนของวิธีการสอนแบบร่วมมือ	27

	หน้า
ลักษณะการสอนแบบร่วมมือ	28
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	32
ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	36
โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	56
ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65
งานวิจัยในประเทศ	65
งานวิจัยในต่างประเทศ	67
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	70
ประชากร	70
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	70
การสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ	71
การดำเนินการทดลอง.....	81
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	84
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	92
ประชากร	92
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	92
การดำเนินการวิจัย	93
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	94
สรุปผลการวิจัย	94
อภิปรายผล	95
ข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม	100
ภาคผนวก	108
ประวัติผู้วิจัย	181

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การทดลองรายบุคคล..... 74
2	แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การทดลองแบบกลุ่มเล็ก . 75
3	แสดงแบบแผนการทดลอง..... 81
4	แสดงค่าคะแนนร้อยละของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน..... 87
5	แสดงค่าเฉลี่ยผลการเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 88
6	แสดงผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ..... 89
7	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ..... 90
8	ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 112
9	แสดงการคำนวณหาคุณภาพของข้อสอบ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r)..... 114
10	แสดงผลการประเมินหาคุณภาพของแผนการเรียนแบบร่วมมือ 123
11	แสดงผลการประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 157
12	แสดงผลประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการทดลองภาคสนาม..... 162
13	แสดงผลประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ..... 166
14	แสดงผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ..... 170

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้	24
3 แสดงวิธีดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	76
4 แสดงวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	78
5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการทำงานกลุ่ม.....	79
6 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น	80
7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ.	83

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการ และเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ และเป็นรากฐานของความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ก็ล้วนแต่อาศัยหลักการของคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของวิทยาการแขนงต่าง ๆ อาทิเช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ธุรกิจ ฯลฯ แล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้ ในแต่ละวันมนุษย์จะต้องเผชิญกับปัญหามากมาย และสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ นั่น เพราะมนุษย์ได้นำหลักการของคณิตศาสตร์เข้ามาใช้ (ยูพิน พิพิทกุล 2537:1)

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญจึงได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในหลักสูตรทั้งที่เป็นวิชาบังคับแก่นและวิชาเลือกเสรี และได้มีการปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมกับสภาพและความต้องการของสังคมอยู่เสมอ เพื่อให้คณิตศาสตร์มีส่วนร่วมในการพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ ช่วยทำให้เยาวชนเป็นสมาชิกที่ดีในสังคมซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศชาติต่อไป

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมีหลายประเด็น เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ขาดความสนใจในกิจกรรม นักเรียนไม่สามารถเรียงความคิด หรือบรรยายขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้มีการตั้งสมมติฐานต่อเนื่องมาเป็นเวลาช้านานจนน่าเป็นห่วงต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน สาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่บรรลุเป้าหมายนั้นมีสาเหตุหลายประการดังที่ ยูพิน พิพิทกุล(2539:3-9) ได้กล่าวถึงปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนนั้น มิใช่ว่าปัญหาจะเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนแต่ฝ่ายเดียว องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ย่อมทำให้เกิดปัญหาได้ทั้งสิ้น เช่น ผู้บริหาร ครูผู้สอน หลักสูตร สภาพแวดล้อม ล้วนเป็นอุปสรรคในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกิดจากตัวผู้เรียนนั้น วิริยะ บุญยนิวาสน์(2535:26-27) ได้สังเคราะห์ปัญหา การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์เพราะเนื้อหาไม่แต้ตัวเลขและสัญลักษณ์ ไม่มีครูที่สอน ขาดความเข้าใจในเนื้อหา ขาดความรู้พื้นฐานที่ดีจากการเรียนในระดับชั้นต้น ขาดทักษะในการคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาไม่เป็น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อให้นักเรียนไม่รู้

คุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความรู้สึกที่ไม่ดีต่อบรรยากาศในชั้นเรียน และส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้วิธีสอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จ ดังที่กรมวิชาการได้สังเคราะห์จากสภาพปัญหา พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูขาดเทคนิคการสอน การสอนของครูไม่เอื้ออำนวยให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผล มีระบบตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการอบรมความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับเทคนิคการสอน ซึ่งไม่มีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงไม่ได้เน้นวิธีคิดและการฝึกทักษะให้กับนักเรียน เน้นเพียงเพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณเป็นหลัก เน้นการสอนที่ให้พิจารณาตัวอย่าง อธิบายและให้ทำแบบฝึกหัด ครูจะเข้มงวดคำตอบเพียงคำตอบเดียว ไม่เน้นกระบวนการคิดและความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดเห็นออกมาเป็นระบบ อัมพรธ ทีวีผังงาม (2536:6-8) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรใช้วิธีการหรือเทคนิคการสอนหลายวิธี โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมให้มาก หรือยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ การฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด มีความรับผิดชอบและรู้จักการทำงานร่วมกัน อุทัย เพชรช่วย (2535:48-54) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องพัฒนาวิธีสอนแบบใหม่ ๆ ด้วยการนำเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ มาใช้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะที่ถูกต้อง เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization : TAI*) เป็นการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองตามความสามารถ และส่งเสริมความร่วมมือในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ จึงเหมาะสมกับทุกวิชาและทุกระดับชั้น โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ กรมวิชาการ (2545:19) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (2542:9-11) อันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติ และความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์และช่วยคงสภาพการเรียนรู้ได้คงทนถาวรซึ่ง อรพรรณ ตันบรรจง (2533:31) กล่าวว่า

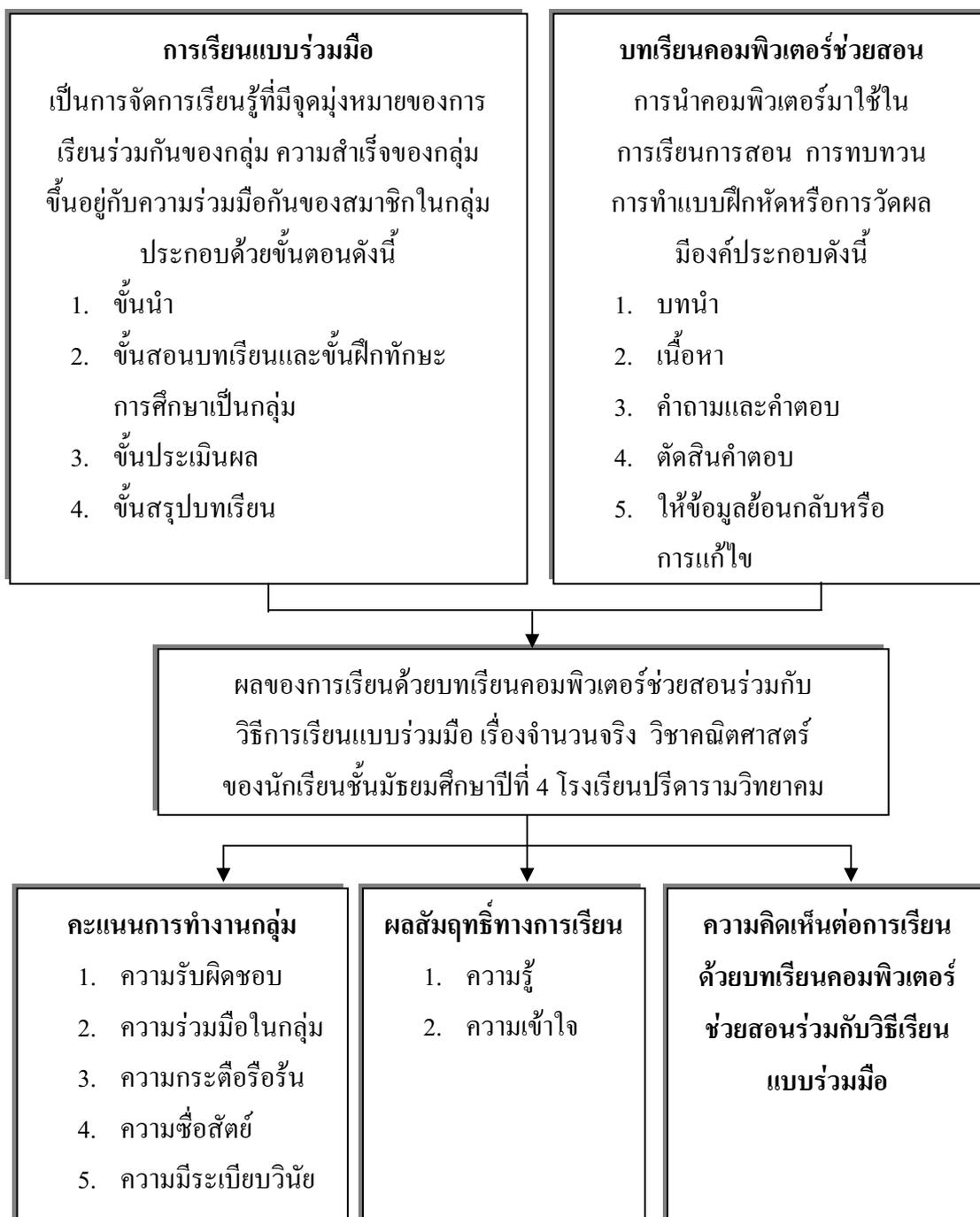
การสอนคณิตศาสตร์นั้นจะสอนให้นักเรียนสนุกสนานหรือจะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับวิธีสอนของครู และตัวครูผู้สอนนั่นเอง วิธีการสอนนั้นมีหลายรูปแบบ นอกจากวิธีสอนแล้วครูผู้สอนยังสามารถนำสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์หรือเครื่องมือมาช่วยได้อย่างมากมาย เพื่อให้ผู้สอนประสบผลในการสอน และนักเรียนประสบผลในการเรียน ซึ่งอยู่กับการเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (*Computer Assisted Instruction : CAI*) เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา สื่อประสมและอาจมีการใช้คุณลักษณะของสื่อหลายมิติในการเชื่อมโยงไปยังหัวข้อย่อยเพื่อสะดวกในการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากเนื้อหาซึ่งมีทั้งข้อความ ภาพและเสียง มีการตอบสนองกับบทเรียน โดยการทำแบบทดสอบและได้ผลป้อนกลับทันทีที่สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (กิดานันท์ มะลิทอง 2548 : 202)

ปัจจุบันจะเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเองตามอัตราการเรียนรู้ โดยไม่ต้องรอหรือเร่งให้ไปพร้อม ๆ กันกับเพื่อนในห้องเรียน และผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยไม่ต้องมีครู สามารถทบทวนบทเรียนได้เองตลอดเวลาตลอดจนช่วยลดปัญหาการเรียนการสอนได้ ซึ่งในห้องเรียนมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับผู้เรียนที่มีพื้นความรู้ไม่เท่ากัน มีความเข้าใจในบทเรียนไม่พร้อมกัน ผู้เรียนที่มีความรู้มากกว่าจะเข้าใจในบทเรียนได้เร็วแต่ก็ต้องรอเพื่อน ๆ ที่ยังเรียนไม่เข้าใจก็จะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายหรือขาดความสนใจ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดี

จากเหตุผลและหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าจะเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนจริงได้ผลดียิ่งขึ้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 41101 เรื่องจำนวนจริง โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริคารามวิทยาคม โดยศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อนำข้อค้นพบเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ผลการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับดี
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับดี

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรได้แก่ นักเรียนโรงเรียนปริติารามวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 35 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1. ตัวแปรต้น

2.1.1 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1.2 วิธีการเรียนแบบร่วมมือ

2.2. ตัวแปรตาม

2.2.1. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

2.2.2. ผลการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

2.2.3. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การเรียนแบบร่วมมือ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน และนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความสามารถในระดับต่างกันคือ ความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน อัตราส่วน 1:2:1 ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยมีการซักถามช่วยเหลือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการตรวจผลการทำงานให้กันและกัน หากกลุ่มใดมีคะแนนเฉลี่ยสูง ครูจะเสริมแรงโดยการให้รางวัล คำชมเชย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกัน

2. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทการสอน (*Tutorial Instruction*) เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ โดยมีการนำเสนอเนื้อหาที่ละส่วน มีคำถาม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์** หมายถึง คะแนนการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านความรู้และความเข้าใจ หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์

4. **ผลทำงานกลุ่ม** หมายถึง คะแนนการสังเกตจากรายการให้ความช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น การถามและตอบ การรับผิดชอบต่องานในกลุ่ม การให้กำลังใจเพื่อนและการยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มของผู้เรียน ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ โดยนักเรียนและครูเป็นผู้ประเมิน

5. **ความคิดเห็นของนักเรียน** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์

6. **แผนการเรียนแบบร่วมมือ** หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบร่วมมือที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ มีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 4 คน โดยที่สมาชิกทุกคนทำหน้าที่รับผิดชอบงานของตนเองและงานของกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้กำลังใจและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้ทุกคนในกลุ่มได้เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์และคะแนนจากความสำเร็จของแต่ละคนจะเป็นคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม รวมทั้งทุกคนเห็นคุณค่าในความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตในสังคมต่อไปในภายภาคหน้า

7. **นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4** หมายถึง นักเรียนสายวิทย์-คณิต ซึ่งเรียนวิชาสามัญ ประกอบด้วยวิชากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์จำนวน 6.5 หน่วยการเรียนรู้และกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2.5 หน่วยการเรียนรู้ และสายทั่วไป เรียนวิชาสามัญประกอบด้วยวิชากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์จำนวน 1.5 หน่วยการเรียนรู้และกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1.0 หน่วยการเรียนรู้ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

8. **ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้กำหนด ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 คือ

75 ตัวแรก หมายถึง ผลรวมเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนโดยคิดเป็นค่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ผลรวมเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยคิดเป็นค่าร้อยละ 75

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา
 - 1.1. ความหมายของคณิตศาสตร์
 - 1.2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1.3. หลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.4. จิตวิทยาที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.5. ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.6. ประโยชน์ของคณิตศาสตร์
 - 1.7. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.8. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (*Cooperative Learning Model*)
 - 2.1. รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้
 - 2.2. ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 2.3. หลักการสอนของวิธีการสอนแบบร่วมมือ
 - 2.4. ลักษณะการสอนแบบร่วมมือ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.2. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.3. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.4. โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.5. ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. งานวิจัย
 - 4.1. งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2. งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

1. ความหมายของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ตามที่พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถานพ.ศ.2525(ราชบัณฑิตยสถาน 2525:162) ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ

แบลค (Black 1959, อ้างถึงในฉวีวรรณ กิรติกร 2534) ได้เขียนไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างทั้งหลายที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์ และมีหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ แนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นี้ ได้มีผู้สนับสนุนในระยะเวลาต่อมา และได้ตีพิมพ์ลงในวารสารคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา

มาเซล สโตน (Marshall Stone) และชี้ให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาถึงระบบนามธรรมโดยทั่วไป ซึ่งมีโครงสร้างที่แน่นอน และมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน

เวสเตอร์ (Webster 1980) ได้กล่าวว่คณิตศาสตร์หมายถึง กลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Magnitude) รูปร่าง (Forms)

จากความหมายของคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณ ซึ่งแสดงได้ด้วยสัญลักษณ์ เป็นการศึกษาถึงระบบนามธรรม ซึ่งมีโครงสร้างแน่นอน เช่น เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส เป็นต้น

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย วิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการ

นำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมและจริยธรรม มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้เป็นหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 โดยกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545:5)

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริงและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
3. มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
4. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
5. สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
6. สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้
7. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้
8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

สาระ

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควร บูรณาการสาระ ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัด ให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้ นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับ ความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษขั้นพื้นฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการ แสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ ของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการ แก้ปัญหาได้ มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้ มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด มาตรฐาน ค 2.2 วัดและ คาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้ มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสาม มิติได้ มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนีกภาพ (*visualization*) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (*spatial reasoning*) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (*geometric model*) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4: พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป(*Pattern*) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการ ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความ

น่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. หลักการสอนคณิตศาสตร์

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529:24-25) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. คำนึงถึงความพร้อมของเด็ก โดยครูทบทวนความรู้เดิมก่อนเพื่อให้ประสบการณ์ใหม่ต่อเนื้อกันช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนเพิ่มขึ้น
2. กิจกรรมที่เหมาะสมกับ ความต้องการ ความสนใจ ความสามารถของเด็ก
3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนคณิตศาสตร์
4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล รายกลุ่ม เป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป
5. การสอนที่เป็นไปตามลำดับขั้นจากประสบการณ์ที่ง่ายก่อน
6. การสอนแต่ละครั้งมีจุดประสงค์ที่แน่นอน
7. เวลาที่ใช้ในการสอนควรเป็นระยะเวลาที่พอเหมาะไม่นานเกินไป
8. คุรุจัดกิจกรรมที่ยืดหยุ่นได้ เด็กได้มีโอกาสเลือกกิจกรรมตามความพอใจและความถนัด
9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมวางแผนกับครูมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้า
10. กิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกไปพร้อมกับการเรียนรู้
11. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่องเป็นส่วนหนึ่งของการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถาม และช่วยให้ทราบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
12. ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดอย่างรวดเร็วและแม่นยำในภายหลัง

4. จิตวิทยาที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สุรชัย ขวัญเมือง(2522:22) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนที่จะสอนอยู่เสมอ
2. สอนในสิ่งที่เด็กมักมีประสบการณ์หรือได้พบเห็นเสมอ
3. สอนให้เด็กเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย และส่วนย่อยกับส่วนใหญ่
4. สอนจากง่ายไปหายาก
5. ให้นักเรียนเข้าใจหลักการและวิธีที่จะใช้หลักการ
6. ให้เด็กฝึกทำหลาย ๆ ครั้งจนคล่องและมีการทบทวนอยู่เสมอ
7. ต้องเรียนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
8. ควรให้กำลังใจเด็ก
9. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตั้งวงศ์ (2520:23) ได้กล่าวว่าทฤษฎีคือ

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (*Drill Theory*) เชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้ได้ดีโดยการฝึกการกระทำสิ่งนั้นหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นในการสอนจึงเน้นการฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ โดยครูจะให้ตัวอย่าง บอกหลักสูตร กฎเกณฑ์ จึงทำให้ทฤษฎีนี้มีข้อบกพร่อง คือ

- 1.1. เด็กต้องจดจำท่องกฎ สูตร เป็นเรื่องที่ยากสำหรับเด็ก
- 1.2. เด็กไม่อาจจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้ทั้งหมด
- 1.3. เด็กจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนจะทำให้เกิดความลำบาก สับสนในการคำนวณ แก้ปัญหา และอาจลืมสิ่งที่เรียนง่าย

2. ทฤษฎีแห่งเหตุบังเอิญ (*Incidental learning Theory*) เชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเกิดความต้องการหรืออยากเรียนรู้ในสิ่งนั้น ๆ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดขึ้นจากเหตุการณ์

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (*Meaning Theory*) เชื่อว่าความคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของเด็กเป็นหัวใจของการเรียนการสอนเด็กจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเด็กได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง และเป็นเรื่องที่เด็กได้พบในสังคมประจำวันของเด็ก ทฤษฎีนี้จึงเป็นที่ยอมรับ

วรรณี โสมประยูร (2531:32) ได้นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้สำหรับการสอน คณิตศาสตร์ 8 ทฤษฎีคือ

1. ทฤษฎีการฝึกสมอง (*Mental Discipline*) ของ *Plato and John Lock* การพัฒนา สมองโดยให้นักเรียนเข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะ และความคงทนในการเรียนรู้ และ ถ่ายโยงไปใช้ได้อย่างอัตโนมัติ

2. ทฤษฎีเชื่อมโยงต่อสถานการณ์ตอบสนอง (*Connectionism*) ของ *Thorndike* เป็นการ เชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนแต่ละขั้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎการเรียนรู้ 3 กฎ

1. กฎการฝึกฝนหรือการกระทำซ้ำ (*The law of Exercise or Repetition*) การ ตอบสนองสิ่งเร้าบ่อยครั้งเท่าไร สิ่งนั้นย่อมอยู่คงนานเท่านั้น และหากไม่ได้ปฏิบัติตัวเชื่อมโยงกัน จะต้องอ่อนกำลังลง

2. กฎแห่งผล (*The Law of Effect*) หรือกฎแห่งความพึงพอใจ และความเจ็บปวด การตอบสนองจะมีกำลังมากขึ้นหากเกิดความพอใจตามมาและจะอ่อนกำลังลงเมื่อเกิดความไม่ พึงพอใจ

3. กฎแห่งความพร้อม (*The Law of Readiness*) กระแสประสาทมีความพร้อมที่จะ กระทำและได้กระทำเช่นนั้นจะทำให้เกิดความพอใจ แต่ถ้ายังไม่พร้อมที่จะกระทำย่อมทำให้เกิด ความรำคาญ

3. ทฤษฎีการเชื่อมโยงจิตสำนึก (*Apperception*) ของ *Herbart* เป็นทฤษฎีการเชื่อมโยง สิ่งเร้ากับการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจและสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนก่อนด้วยกิจกรรมที่ใช้เป็น รูปธรรม เป็นสื่อการเรียนการสอนหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความคิดให้ เข้าไปในความคิดที่เก็บสะสมไว้

4. ทฤษฎีเสริมแรง (*Operant Conditioning*) ของ *Skinner* การเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น จุดประสงค์ของการเรียนออกเป็นส่วนย่อย ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละส่วนจะถูกเสริมแรงเป็นส่วน ๆ ไปและจะต้องกำหนดเวลาในการเสริมแรงให้เหมาะสม

5. ทฤษฎีหลักการสรุปจากประสบการณ์ (*Generalization of Experience*) ของ *Jude* เน้นการสรุปเรื่องจากประสบการณ์ที่ได้รับ

6. ทฤษฎีการหยั่งรู้หยั่งคิด (*Insight Through Configuration of a Perceived Situation*) เป็นทฤษฎีถ่ายทอดความรู้ของกลุ่มนักจิตวิทยาสนาม (*Gestalt Field Psychologists*) ของ *Wolfgang Kohler* ซึ่งทฤษฎีนี้เน้นผู้เรียนสามารถศึกษาวิเคราะห์ด้วยลักษณะการหยั่งรู้ได้ด้วย กระบวนการสืบสวนสอบสวน และการค้นพบด้วยตัวผู้เรียนเองสามารถสร้างรายละเอียดเนื้อหาให้ เป็นโครงสร้างรวมได้

7. ทฤษฎีการผ่อนคลาย (Suggestopedia)

8. ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ (The Natural Approach) คือการนำเรื่องราวของชีวิตจริงในชีวิตประจำวันมาเป็นสถานการณ์ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียน

6. ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

วรรณิ โสมประยูร (2525:229) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การซื้อขาย การดูเวลา ค่าแรง ฯลฯ เกิดจากการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น
2. คณิตศาสตร์ช่วยให้เราเข้าใจโลกคณิตศาสตร์ช่วยให้เราเข้าใจในการโคจรของโลก น้ำขึ้น น้ำลง ฤดูกาลต่าง ๆ และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลก
3. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างเจตคติที่ถูกต้องทางการศึกษาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความจริง ความถูกต้อง การรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์
4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกของวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดค้นสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดให้คนรุ่นหลัง

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2536 : 146 – 147) ได้ให้ความหมาย ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียน ไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบหรือให้นักเรียนปฏิบัติจริง

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544 : 124) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนคติทั้งหลาย ในเนื้อหา แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นแบบทดสอบที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2536 : 146 – 147) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบของครู หมายถึงชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน
2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูผู้สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดี สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา(Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิไลสัน (Wilson. อ้างถึงใน พร้อมพรรณอุดมสิน. 2538 : 60-75) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้าน พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้เป็น 4 ระดับได้แก่

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ระดับนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคิดคำนวณง่าย ๆ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts)หมายถึง การถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว รวมถึงความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้เสมอ

ชั้นที่ 2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) หมายถึงการถามให้นักเรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ และไม่ต้องหาความรู้อื่นมาช่วย

ชั้นที่ 3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มีได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถ ตีความ แปลความ สรุปความและขยายความได้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 6 ชั้นคือ

ชั้นที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึงความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้อามาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

ชั้นที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับ หลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับวิเคราะห์ก็ได้

ชั้นที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) หมายถึง คำถามที่วัดเกี่ยวกับ คุณสมบัติของระบบจำนวน และโครงสร้างทางพีชคณิต

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (*Ability of transform problem elements from one mode to another*) หมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

ขั้นที่ 5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (*Ability of follow a line of reasoning*) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

ขั้นที่ 6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (*Ability of read and interpret a mathematics problem*) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (*Application*) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในขณะเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (*Ability to solve routine problem*) ปัญหารoutine หมายถึงปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (*Ability to make comparisons*) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

ขั้นที่ 3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (*Ability to analyze data*) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (*Ability to recognize patterns isomorphism's and symmetries*) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียน หาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (*Analysis*) พฤติกรรมในขั้นนี้ถือว่าพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย นักเรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้จะต้องมีความสามารถสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่า routine หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มา

ก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถที่กล่าวมารวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์นั้น ๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นคือ

ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหที่แปลกกว่าธรรมดา (*Ability to Solve no routine problems*) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

ขั้นที่ 2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (*Ability to discover relationships*) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (*Ability to construct proofs*) เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญห

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (*Ability to criticize proofs*) เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่า การพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ตอนใดผิดพลาดบ้าง

ขั้นที่ 5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (*Ability to formulate and validate generalization*) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหและพิสูจน์ว่าใช้ในกรณีทั่วไปได้

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งวัดพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย ที่พึงประสงค์ในระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้สามารถนำไปเป็นเกณฑ์ประเมินระดับความสามารถในการเรียนการสอน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคุณภาพนั้น สุมาลี จันทร์ชลอ (2542 : 50) ได้กล่าวไว้ว่าผู้สอนต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์ที่จะวัดต้องรู้ถึงกระบวนการคิดในการปฏิบัติงานของผู้เรียน รู้จักลักษณะเด่นและข้อบกพร่องของข้อสอบแต่ละชนิดเพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมและควรพิจารณาแนวทางต่อไปนี้

1. แบบทดสอบควรรู้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอน ที่สามารถสอบวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน
2. แบบทดสอบควรสะท้อนให้เห็นทั้งจุดประสงค์ที่เป็นเนื้อหาและจุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการสำคัญที่เน้นในหลักสูตร
3. แบบทดสอบควรสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้
4. ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่าน และมีความยาวที่พอเหมาะ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลซึ่งเกิดจากการเรียนการสอน โดยปกติมักเน้นผลทางด้านวิชาการ การวัดผลอาจทำได้หลายวิธี เครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายแบบ และจุดประสงค์ที่จะนำมาวัดมีหลายด้าน

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538 : 28 - 51) ได้แบ่งแบบทดสอบที่ใช้ในห้องเรียนเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทที่ 1 แบบทดสอบแบบอัตนัย (*Subjective Test*) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้และให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจและความคิด ภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ได้แก่ แบบทดสอบชนิดความเรียง และแบบทดสอบชนิดให้ตอบคำถามสั้น ๆ

ประเภทที่ 2 แบบทดสอบแบบปรนัย (*Objective Test*) คือแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการ หรือพิจารณาข้อความที่ให้ไว้ว่าถูกหรือผิดซึ่งแบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ แบบจัดลำดับ แบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบปรนัยมีหลายชนิดแบ่งออกเป็นดังนี้

1. แบบทดสอบแบบถูกผิด (*True – False Items*)

แบบทดสอบแบบถูกผิด คือแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยมีข้อความให้ผู้สอบเลือกตอบว่า ถูกหรือผิด จริงหรือไม่จริง เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย บางกรณีให้พิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิดและให้แกข้อความที่ผิดให้ถูก

2. แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้นๆ (*Completion or Short – Answer Items*)

แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่ให้เขียนคำตอบสั้น ๆ หรือให้เติมความในช่องว่างให้สมบูรณ์ แบบทดสอบชนิดนี้จัดอยู่ในประเภท “ Supply type item” คือแบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบหาคำตอบเอง

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching)

แบบทดสอบแบบจับคู่ ประกอบด้วยข้อความเรียงกันเป็นแถว โดยปกติจะให้ข้อความทางซ้ายมือเป็นคำถาม (Premise) ข้อความทางขวามือเป็นคำตอบ (Response) ผู้สอบจะต้องเลือกข้อความทางขวามือที่สอดคล้องกับข้อความทางซ้ายมือ โดยการนำตัวเลขหรือตัวอักษรหน้าข้อความทางขวามือมาใส่ไว้หน้าข้อความทางซ้ายมือที่มีความสอดคล้องกัน

4. แบบทดสอบแบบจัดลำดับ (Rearrangement)

แบบทดสอบแบบจัดลำดับ เป็นแบบทดสอบที่มักจะถามถึงขั้นตอนหรือลำดับของวิธีพิสูจน์ หรือการคิดแก้โจทย์ปัญหาว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง

5. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในข้อสอบมาตรฐาน และข้อสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง แบบทดสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนใหญ่ว่า 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นตัวคำถามนำ มีหน้าที่เสนอปัญหาและวางกรอบแห่งปัญหา

ส่วนที่ 2 เป็นตัวเลือก หรือตัวเลือกตอบ ตัวเลือกนี้แยกเป็น 2 ประเภทคือ

ก. ตัวเลือกที่เป็นคำตอบ

ข. ตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบ ซึ่งเรียกว่าตัวลวง

ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1. สามารถวัดผลผลิตของการเรียนรู้ได้หลายด้าน ตั้งแต่พฤติกรรมพุทธิพิสัยขั้นต้นไปจนกระทั่งพุทธิพิสัยขั้นสูง

2. เป็นแบบทดสอบที่มีโอกาสเดาถูกได้น้อย เป็นผลทำให้ข้อสอบมีความตรง (Validity) สูงกว่าแบบถูก – ผิด

3. เป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมได้หลายด้าน ทำให้ข้อสอบมีความตรงคือสามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้

4. เป็นแบบทดสอบที่สามารถออกให้ง่ายหรือยากก็ได้ จึงสามารถใช้ทดสอบกับผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น

5. แบบทดสอบนี้เหมาะที่จะใช้เพื่อการวิเคราะห์แบบทดสอบ (Item analysis) สามารถวิเคราะห์หาความยากง่ายของแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพของตัวลวง หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

6. มีความเที่ยงธรรมและเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน
7. แบบทดสอบแบบเลือกตอบดีกว่าแบบเติมคำ ในแง่ที่ทำให้ปัญหาเรื่องความกำกวมหมดไปได้ เพราะมีคำตอบให้เลือก
8. สามารถใช้แผนผัง รูปภาพ กราฟ เป็นตัวปัญหาได้ง่าย
9. ผู้ออกข้อสอบไม่ต้องกังวลลักษณะที่เป็นเอกพันธ์ (*Homogeneous*) ของเนื้อหา เหมือนแบบทดสอบแบบจับคู่ เพราะแบบทดสอบแบบเลือกตอบสามารถออกให้ข้อความสั้นสุดในตัวเองในแบบทดสอบแต่ละข้อ
10. เนื่องจากแบบทดสอบนี้มีตัวลวง จึงทำให้สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องหรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างไรบ้าง

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องจำนวนจริง ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดผลผลิตของการเรียนรู้ได้หลายด้านและวัดพฤติกรรมได้หลายด้าน ทำให้ข้อสอบมีความตรง สามารถวิเคราะห์หาความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีความเที่ยงธรรมและเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (*Cooperative Learning Model*)

สลาวิน (*Slavin* 1975) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีสอนอีกแบบหนึ่งซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยปกติจะมี 4 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน การทดสอบผลการเรียนของนักเรียนจะแบ่งเป็นสองตอน ตอนแรกพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ตอนที่สองจะพิจารณาคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคลในการทดสอบนักเรียน ต่างคนต่างทำ แต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนร่วมกัน รับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้ บรรลุจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกัน

Joyce and Wiel 1986 (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า 2539) ได้กล่าวว่า เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้เป็นเทคนิคที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านสติปัญญา และด้านสังคมทั้งนี้เพราะว่ามนุษย์เป็นสัตว์สังคมย่อมมีความสัมพันธ์อันดีระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น การใช้เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้จึงสามารถพัฒนาผู้เรียน ทางด้านสติปัญญาให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุด โดยมีเพื่อนในวัยเดียวกัน กลุ่มเดียวกัน เป็นผู้คอยแนะนำหรือช่วยเหลือ และเนื่องจากว่าผู้เรียนอยู่ในวัยเดียวกันย่อมจะมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจง่ายกว่าครูผู้สอนการร่วมมือกันเรียนรู้มีหลักที่ผู้สอนต้องคำนึงอยู่ 3 ประการ คือ

1. รางวัดหรือเป้าหมายของกลุ่มในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ผู้สอนจะต้อง ตั้งรางวัดไว้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้มากขึ้น และพยายามปรับพฤติกรรมของตนเองเพื่อความสำเร็จของกลุ่มรางวัดที่กำหนดให้อาจเป็นสิ่งของ ประภาศนียบัตร คำชมเชย ฯลฯ อย่างไรก็ตามผู้สอนควรชี้ให้เห็นว่า กลุ่มไม่ควรแข่งขันกันเพื่อจุดประสงค์ที่จะต้องการรางวัดเพียงอย่างเดียว

2. ความหมายของแต่ละบุคคล ความสามารถแต่ละบุคคลในกลุ่มมีผลต่อรางวัดเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม ผู้สอนต้องพยายามให้ผู้เรียนทราบว่า ถึงแม้จะเรียนเป็นกลุ่ม แต่ในการวัดความก้าวหน้าของกลุ่มนั้นจะวัดจากความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล โดยวัดความก้าวหน้าของแต่ละบุคคลในกลุ่มแล้วหาค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ดังนั้นความสำเร็จหรือความก้าวหน้าของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ

3. โอกาสในการช่วยเหลือให้กลุ่มประสบผลสำเร็จเท่าเทียมกัน จำลองรูปแบบพฤติกรรมทางสังคมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน การเสนอแนะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลายระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การพัฒนาพฤติกรรม การแก้ปัญหา การวิเคราะห์และคิดอย่างมีเหตุผล รวมทั้งการพัฒนาลักษณะของผู้เรียนให้รู้จักตนเอง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะมีผลต่อผู้เรียนโดยสรุป 3 ประเภท คือ

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน
2. ทักษะทางสังคมโดยเฉพาะทักษะการทำงานร่วมกัน
3. การรู้จักตนเองและตระหนักในคุณค่าของตนเอง

วัชราน เล่าเรียนดี(2548:102) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่นักเรียนได้ร่วมกันเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย มุ่งเน้นการร่วมกันปฏิบัติงานช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และพัฒนาทักษะทางสังคมและให้ทุกคนรับผิดชอบต่อผลงานของตนเองและของกลุ่ม ทุกคนต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือพึ่งพากัน ยอมรับกันและกัน รวมทั้งช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกให้สามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545:151) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 คน ซึ่งจะประกอบด้วยสมาชิกที่มีความแตกต่างกัน โดยจะมีคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มและในการจัดกิจกรรมสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะคนเก่งจะต้องช่วยเหลือคนปานกลางและคนอ่อน ให้มีความสามารถใกล้เคียงกับตน มีความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่มร่วมกัน เพราะการฝึกฝนกิจกรรมแต่ละครั้งคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนกลุ่ม

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มของตนได้กำหนดไว้ มีการทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์อันดีต่อกัน ผู้เรียนเสนอความคิดเห็นของตนเองให้แก่สมาชิกคนอื่นได้ช่วยกันแก้ปัญหาอย่างมีระบบ คนเรียนเก่งจะช่วยพัฒนาคนที่เรียนปานกลางและเรียนอ่อนให้มีศักยภาพที่มากขึ้นกว่าเดิม ความสำเร็จของกลุ่มก็คือความสำเร็จของตนเอง

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (*Cooperative Learning*)

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) ได้กล่าวถึง รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ไว้หลายรูปแบบอาจจำแนกได้ 3 รูปแบบดังนี้

1. รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแนวความคิดของ *Robert Slavin* และคณะจาก *John Hopkins University Slavin* ได้พัฒนาเทคนิคการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ต่าง ๆ โดยยึดหลัก 3 ประการด้วยกัน คือ รางวัลและเป้าหมายของกลุ่มมีความหมายสำคัญ หรือความสามารถของแต่ละบุคคลและโอกาสในการช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ของกลุ่ม *Slavin* ที่เป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายมีดังนี้

1.1. *STAD (Student Teams Achievement Division)* เป็นรูปแบบการสอนที่ดัดแปลงใช้ได้กับทุกวิชาและทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมเป็นสำคัญ

1.2. *TGT (Teams Games Tomamen)* เป็นรูปแบบการสอนที่คล้ายกับ *STAD* แต่มีการจูงใจในการเรียนมากขึ้น โดยการใช้การแข่งขันเกมแทนการทดสอบย่อย

1.3. *TAI (Team Assisted Individualization)* เป็นรูปแบบการสอนที่ผสมผสานแนวความคิดระหว่างการร่วมมือกันเรียนรู้และการสอนเป็นรายบุคคล (*Individualization Instruction*) รูปแบบของ *TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION :TAI* จะเป็นการประยุกต์ใช้กับการสอนคณิตศาสตร์

1.4. *CIRC (Cooperative Integrated Reading and Composition)* เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน ที่มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อการสอน อ่านและเขียน สำหรับนักเรียนโดยเฉพาะชั้นประถมศึกษา

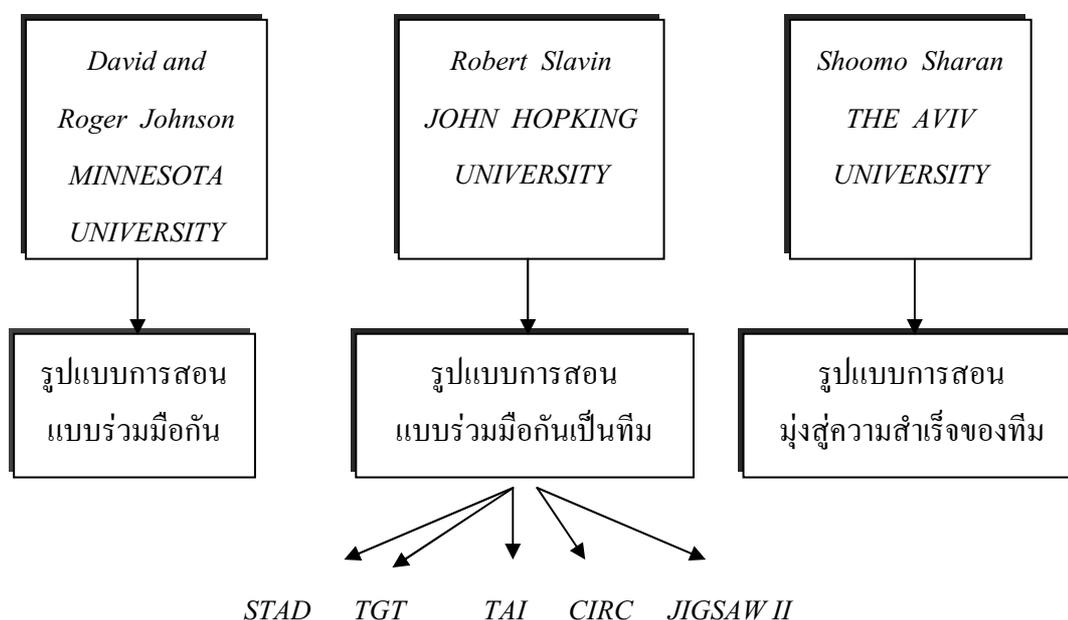
1.5. *JIGSAW II* เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิชาที่เกี่ยวข้องกับการบรรยาย เช่น สังคมศึกษา วรรณคดี บางส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ ที่เน้นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากกว่าการพัฒนาทักษะ

2. แบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแนวความคิดของ *David Johnson* และคณะ Johnson และ Johnson จากมหาวิทยาลัย *Minnesota* (1989) ได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้โดยยึดหลักเบื้องต้น 5 ประการ คือ

- 2.1. การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (*Positive Interdependence*)
- 2.2. การปฏิสัมพันธ์แบบตัวต่อตัว (*Face to Face Promotive Interaction*)
- 2.3. ความหมายและความสามารถของแต่ละบุคคลในกลุ่ม (*Individual accountability*)
- 2.4. ทักษะทางสังคม (*Social Skills*)
- 2.5. กระบวนการกลุ่ม (*Group Processing*)

3. แบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในงานเฉพาะอย่าง เช่น *Group Investigation* ของ *Shlomo* และ *Yeal Sharan, Co - Op Co - Op* อาจสรุปรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบต่างๆ ดังแผนภูมิต่อไปนี้

สรุปรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้



แผนภูมิที่ 2 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอห์น ฮอปกินส์ (*JohnHopkins University*) ประเทศสหรัฐอเมริกา (*Slavin 1990 : 22 – 24*) วิธีการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) ได้เชื่อมต่อกับวิธีการเรียนรู้แบบร่วมกันเข้ากับการสอนนักเรียนรายบุคคล เพื่อให้การตอบสนองความต้องการของชั้นเรียนต่าง ๆ ได้พัฒนาขึ้นมาด้วยเหตุผลหลายประการ คือ ประการแรกการเรียนรู้แบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) น่าจะเป็นวิถีทางในการเชื่อมต่อพลังใจ และความช่วยเหลือของกลุ่มเพื่อนเข้ากับโปรแกรมการสอนรายบุคคล โดยการให้นักเรียนทุกคนได้รับวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับระดับทักษะความสามารถ และอนุญาตให้ใช้วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ตามความเหมาะสม ประการที่สอง (*Team Assisted Individualization :TAI*) ประยุกต์ใช้เทคนิคแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นกับการสอนนักเรียนรายบุคคล

ในทศวรรษ 1960 สลาบิน คาดหวังว่าวิธีการสอนนักเรียนรายบุคคลและวิธีการที่เกี่ยวข้องน่าจะเป็นการปฏิบัติในวงการการเรียนการสอน(โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์) อย่างไรก็ตามงานวิจัยหลายชิ้นที่ทำการประเมินผลการสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ ให้ข้อสรุปตรงกันว่าวิธีการสอนแบบนี้ก็ไม่มีอะไรแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเก่า ในแง่ของควมมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เป็นเพราะครูใช้เวลาในการบริหารงานสอนมากเกินไป แทนที่จะใช้เวลาในการสอนนักเรียนมีแรงจูงใจน้อยมากในการพัฒนาความก้าวหน้าจากวัสดุอุปกรณ์การเรียนที่มอบให้ และนักเรียนเชื่อถือตำรามากกว่าการสอนหน้าชั้นของครู

สลาบิน มีความคิดว่าการเชื่อมต่อการสอนตามหลักสูตรเข้ากับการเรียนรู้ร่วมกัน และเปลี่ยนหน้าที่ส่วนใหญ่ของการบริหารงานสอน (เช่น การให้คะแนนคำตอบ การค้นหา และจัดเก็บวัสดุการเรียน การเก็บบันทึกประวัติการเรียน และการสั่งการบ้าน) มาให้นักเรียนเป็นผู้ทำเองน่าจะสามารรถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ถ้านักเรียนสามารถจัดการกับการบริหารงานสอนเหล่านี้ได้ด้วยตัวเองและครูก็น่าจะพ้นภาระจากการที่ต้องลงไปดูแลนักเรียนเป็นรายบุคคลและกลุ่มเด็ก ๆ ทั้งนี้ที่นักเรียนที่จับกลุ่มกันเป็นทีมเพื่อไปสู่เป้าหมายร่วมกัน ย่อมสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่คนอื่น และส่งเสริมให้คนอื่นใช้วัสดุอุปกรณ์การเรียนได้อย่างถูกวิธี และอย่างรวดเร็ว

เหตุผลประการสุดท้ายคือ สร้าง *TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION :TAI* ขึ้นมาในฐานะที่เป็นวิถีทางแสดงลักษณะผลกระทบทางสังคมของการเรียนรู้ร่วมกัน ในขณะที่เดียวกันก็สามารถตอบสนองความต้องการหลากหลายได้หลักการในที่นี่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ว่านักเรียนผู้ซึ่งเรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นเพราะครูมีความเชื่อเช่นนั้น โดยที่ครูเหล่านี้มิได้รับการฝึกฝน

มาให้ตอบสนองความต้องการของนักเรียน นอกจากนี้งานวิจัยเรื่องทัศนคติของนักเรียนผู้มีปัญหาการเรียน พบว่าเด็กเรียนอ่อนยังไม่เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมชั้นด้วย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวิธีการเรียนรู้ร่วมกันได้สร้างผลดีให้แก่ความสัมพันธ์ทางสังคม โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างเด็กเรียนเก่งและเด็กเรียนอ่อน จึงเห็นว่าวิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดสำหรับชั้นเรียนส่วนใหญ่น่าจะเป็นวิธีการสอนจากการสอนตามแนวทางที่กำหนดเดิม เป็นการสอนตามลักษณะเนื้อหา จึงทำให้เกิดความจำเป็นที่ต้อง มีโปรแกรมการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกคณิตศาสตร์ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (Slavin 1990 : 22-23)

จากการศึกษาของสลาบินพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทำให้เกิดปัญหาในการเลือกวิธีสอนสำหรับครู นอกจากนั้นนักเรียนที่เรียนอ่อนจะถูกมองข้ามความสำคัญจากเพื่อนในห้อง ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงเริ่มศึกษาถึงการให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มโดยยึดหลักว่าถ้าหากการเรียนการสอนมีการจัดการอย่างถูกต้อง และมีการเสริมแรงรวมทั้งให้มีการรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม จะทำให้การเรียนดีขึ้น การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบปกติ และเป็นวิธีการเรียนที่ได้ผลด้านสังคม โดยเฉพาะมนุษย์สัมพันธ์ระหว่างเด็กเรียนอ่อนกับเด็กอื่น ๆ ในห้องเรียน ดังนั้นทำให้เกิดการคิดค้นว่ารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด ที่น่าจะเป็นไปได้คือการเรียนการสอนที่ประยุกต์กฎของการเรียนแบบร่วมมือเข้าด้วยกันกับการสอนรายบุคคล โดยโอนการจัดการ เช่น การตรวจคำตอบการเก็บกระดาษแบบฝึกหัด การบันทึกคะแนนไปให้แก่ นักเรียนเอง ผลงานของครูไปได้มาก จะทำให้ครูมีเวลามาสอนนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือสอนกลุ่มย่อย และวิธีนี้จะเป็นการก่อให้เกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มีการสนับสนุนซึ่งกันและกันเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น ซึ่งวิธีการใหม่ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่าการเรียนแบบร่วมมือ (Team Assisted Individualization : TAI) ซึ่งสามารถที่จะนำไปปรับใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สลาบิน (Slavin 1990 : 83) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ (Team Assisted Individualization : TAI) ไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือและการสอนรายบุคคล เข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยมีรูปแบบของการเรียนเป็นกลุ่มให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษาและเรียนร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียน และมีการตรวจสอบร่วมกันมีการร่วมมือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน ครูผู้สอนจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียน ในอันที่จะหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม

จุดมุ่งหมายของการพัฒนา (*TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION :TAI*)

1. เพื่อคาดหวังว่าวิธีการของการเรียนแบบร่วมมือ(*Team Assisted Individualization :TAI*) จะช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน และส่งเสริมการเรียนรู้สนองความต้องการของแต่ละบุคคล ซึ่งมีการเตรียมบทเรียนและสื่อที่เหมาะสมให้กับนักเรียน โดยจัดให้เหมาะสมกับระดับทักษะ และพัฒนาความสามารถของตน

2. เพื่อนำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของการสอนรายบุคคล

3. เพื่อใช้เป็นวิธีการที่จะสนับสนุนให้เกิดความสัมพันธ์ในกลุ่ม โดยใช้แบบฝึกทักษะ เป็นสื่อ

4. เพื่อนำการเรียนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) ไปใช้กับเด็กเรียนอ่อน เนื่องจากเด็กเรียนอ่อนมักมีปัญหาเรื่องความพร้อมทำให้ครูสอนบทเรียนไปได้ช้า ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือ สามารถแก้ปัญหานี้และยังสามารถแก้ปัญหาเด็กเรียนเก่ง และเด็กเรียนปานกลาง ไม่ยอมรับเด็กเรียนอ่อนได้ด้วย

หลักการสอนของวิธีการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization : TAI*)

สลาวิน (*Slavin 1990 : 83*) ได้อธิบายหลักการของวิธีสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) ไว้ดังนี้

1. ครูควรเป็นผู้มีบทบาทน้อยที่สุดในการจัดการและการตรวจสอบผลงาน
2. ในการสอนกลุ่มย่อย ครูไม่ควรใช้เวลาเกินกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด
3. ควรเป็นวิธีการเรียนที่ง่าย
4. ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และไม่ปฏิบัติลัด

ขั้นตอน

5. ควรมีการตรวจสอบเป็นระยะเพื่อเวลานักเรียนมีปัญหาจะได้ให้คำแนะนำที่เหมาะสมได้

6. นักเรียนควรมีสิทธิที่จะตรวจสอบ หรือเปรียบเทียบงานของนักเรียนคนอื่น ๆ ได้

7. ควรเป็นวิธีการที่ง่ายต่อครูและนักเรียน นักเรียนไม่จำเป็นต้องปรึกษาครู

8. ควรจัดกลุ่มนักเรียนให้มีสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบนี้

ลักษณะการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*)

สลาบิน (Slavin 1995 : 102–104) ได้อธิบายลักษณะของการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) ไว้ไว้ดังต่อไปนี้

1. การจัดกลุ่ม (Team) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยศิลปะและความสามารถ
2. การทดสอบเพื่อการเรียนรู้เนื้อหาที่เหมาะสม (*Placement Test*) การทดสอบนักเรียนก่อนเรียน เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมในการเรียนเนื้อหา
3. วัสดุหลักสูตร (*Curriculum Materials*) หลังจากผู้สอนสอนบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบฝึกทักษะที่ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้
 - 3.1. เอกสารแนะนำบทเรียน ประกอบด้วยคำอธิบายขั้นตอนการทำแบบฝึกทักษะ
 - 3.2. แบบฝึกทักษะ ประกอบด้วยปัญหา แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน โดยจะเริ่มด้วยการแนะนำทักษะย่อย ๆ ที่จะนำไปสู่ความสามารถในการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะทั้งหมด
 - 3.3. แบบทดสอบย่อย (*Formative Test*)
 - 3.4. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ (*Unit Test*)
 - 3.5. แผ่นคำตอบแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบย่อย ส่วนแผ่นคำตอบของแบบทดสอบรวมประจำหน่วยจะแยกออกไปต่างหาก
4. การเรียนเป็นกลุ่ม (*Team Study*) นักเรียนจะเริ่มฝึกทักษะตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ของหน่วยการเรียนรู้ โดยจะทำแบบฝึกทักษะภายในกลุ่มตามลำดับดังนี้
 - 4.1. สมาชิกของแต่ละกลุ่ม จับคู่กันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องซึ่งกันและกัน
 - 4.2. นักเรียนศึกษาใบความรู้ ใบงาน และสอบถามครูได้หากเกิด ความไม่เข้าใจ
 - 4.3. นักเรียนแต่ละคนเริ่มทำแบบฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหาที่ละขั้นตอน แล้วให้เพื่อนร่วมทีมตรวจคำตอบตามบัตรเฉลยด้านหลังของแบบฝึกทักษะ ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่ผ่านในข้อใด กลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบายหรือสอนให้เข้าใจ แต่ถ้ายังไม่เข้าใจสามารถถามครูได้ เมื่อผ่านแล้วจึงทำแบบฝึกทักษะลำดับต่อไป
 - 4.4. เมื่อนักเรียนทั้งกลุ่มทำแบบฝึกทักษะถูกต้องครบแล้ว ในลำดับต่อไปครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบย่อยให้ผ่าน 80% ถ้าไม่ผ่านผู้สอนจะต้องอธิบายเพิ่มเติม แล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยอีกครั้งหนึ่ง
 - 4.5. หัวหน้ากลุ่มแจกแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ แล้วบันทึกคะแนนลงในแผ่นสรุปประจำกลุ่ม ส่งคะแนนผลสอบให้ครูนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานของแต่ละบุคคลและของแต่ละกลุ่มต่อไป

4.6. คะแนนกลุ่มและความสำเร็จของกลุ่ม (*Team Scores and Team Recognition*) ในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ครูจะรวบรวมคะแนนกลุ่ม ซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนของสมาชิกแต่ละคนเพื่อให้รางวัล โดยมีเกณฑ์การให้รางวัล 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม (*Super-Team*) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มดีมาก (*Great-Team*) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยเป็นกลุ่มดี (*Good-Team*) กลุ่มยอดเยี่ยมและกลุ่มดีมากจะได้รับใบประกาศเกียรติคุณเป็นรางวัล

5. การสอนกลุ่มย่อย (*Teaching Groups*) ครูจะใช้เวลาประมาณ 10–15 นาที ในการสอนกลุ่มย่อยทุกวัน โดยเลือกนักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ที่เรียนเนื้อหาเดียวกันมารวมกันเพื่อให้คำแนะนำ หรือทำการสาธิต เพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและตรงตามวัตถุประสงค์ และให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่สำคัญของการเรียนนั้น ๆ ส่วนนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ปฏิบัติงานของตนเองไปเรื่อย ๆ

6. การทดสอบข้อเท็จจริง (*Fact Tests*) จะทำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 3 นาที โดยนักเรียนจะรับเอกสารเพื่อให้เตรียมตัวศึกษาที่บ้านก่อนทำการทดสอบ

7. การสอนร่วมกันทั้งชั้น (*Whole-Class Units*) ครูจะทำการสอนสรุปบทเรียนให้กับนักเรียนทั้งห้อง โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะต่าง ๆ ของบทเรียน

ข้อดีของการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*)

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับข้อดีของการสอนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization :TAI*) สลาวิน (1990 : 113) ได้สรุปข้อดี ไว้ดังนี้ คือ

1. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง
2. ช่วยส่งเสริมความสามารถและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ คือเด็กที่เรียนช้ามีเวลาฝึกฝนมากขึ้น เด็กที่เรียนเร็วมีโอกาสช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อนในกลุ่ม
3. ช่วยให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เด็กที่เรียนอ่อนได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าของเด็กที่เรียนเก่ง
4. ช่วยแบ่งเบาภาระครูได้บางส่วน ครูสามารถใช้เวลาดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง
5. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม และมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น
6. ช่วยสร้างแรงจูงใจ และความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียนอันเนื่องมาจากการเสริมแรง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สนวนานนท์(2530:206) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพ อาจจะเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ส่วนมากจะเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบประเภทให้เลือกหรือปรนัย เมื่อทำแล้วคอมพิวเตอร์ตรวจให้เลย ชมเชยและให้กำลังใจ ถ้าถูกคำห็นหรือต่อว่าบ้างที่ทำให้ผิดหรือสั่งให้กลับไปอ่านใหม่

ยีน ภู่วรรณ (2531:121) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกและเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน ปัจจุบันมีการใช้คำย่อของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาษาอังกฤษหลายคำ เช่น

CAE : Computer Administered Education

CAI : Computer-Aided Instruction

CAI : Computer-Assisted Instruction

CAT : Computer-Aided Teaching

CAE : Computer-Assisted Education

CAL : Computer-Assisted Learning

IAC : Computer Application of Computer

แต่คำที่นิยมใช้อยู่ 2 คำ คือ CAI :Computer-Assisted Instruction เป็นคำที่นิยมใช้แพร่หลายในสหรัฐอเมริกา และ CAL : Computer-Assisted Learning เป็นคำที่นิยมใช้ในกลุ่มประเทศทางยุโรป แต่คำเหล่านี้มีความหมายเหมือนกัน

ขนิษฐา ซานนท์(2532:8) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยมีเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถแสดงเนื้อหาวิชาทั้งในรูปแบบตัวหนังสือ และกราฟิกสามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

สมชัย ชินะตระกูล (2535:63) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเรียนการสอน เป็นการที่ครูหรือนักเรียนใช้โปรแกรมที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนนั้นจะเน้นผลที่ *Output* ของโปรแกรม ไม่ใช่ที่ตัวโปรแกรมหรือ *Logic* ในโปรแกรม ทั้งนี้จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสร้างกิจกรรมต่าง ๆ แล้วครูจะได้ใช้เพื่อการประเมินผล

นิพนธ์ สุขปรีดี (2530:63-64) ได้กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงเป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (*Active Participation*) โดยมีการตอบคำถาม คิดและกระทำขณะเรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (*Reinforcement*) จากระบบการสอน สามารถบันทึกความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนโดยการบรรจุโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อนำมาพัฒนาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนที่แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิม ซึ่งภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะประกอบด้วย เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และการประเมินผล ที่มีทั้งเป็นตัวหนังสือ ภาพกราฟิก โดยจัดไว้เป็นลำดับขั้นตอนอย่างเหมาะสม ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้

ความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2531:168) กล่าวถึง ความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอนมีการตอบโต้กันได้ ในระหว่างผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูล que ผู้เรียนป้อนได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้จึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ

อรพรรณ พรสีมา (2530:75) กล่าวถึงความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าด้วยความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้าไปได้ในทันทีทันใดประกอบกับความสามารถในการเก็บและการจัดการกระทำข้อมูลคอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องช่วยสอนอย่างแพร่หลาย คอมพิวเตอร์สามารถที่จะควบคุมและบริหารสื่อการเรียนได้หลายชนิด

เช่น ภาพยนตร์ ฟิล์มสตริป สไลด์ เทปเสียง และสิ่งพิมพ์ นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังสามารถบันทึก วิเคราะห์ และแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อข้อมูลที่นักเรียนพิมพ์ใส่ลงในแป้นพิมพ์ (Keyboard) แล้วแสดงให้เห็นบนจอทีวีได้ จอบางชนิดอาจจะแสดงปฏิกิริยาตอบสนองแม้การสัมผัสของนิ้วมือนักเรียน

นงนุช วรรณนวะ(2531:136) กล่าวถึงความสำคัญของคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอน คือ CAI ในอเมริกาได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนที่เรียนไม่ทันคนอื่นในชั้นเรียน ได้มีโอกาสศึกษาโดยใช้คอมพิวเตอร์เสริมให้ทันคนอื่น ต่อมาได้แปรรูปเป็นหลาย ๆ อย่าง เช่น อยู่ในลักษณะเป็นเกมกระตุ้นให้เด็กนักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้นมีการประยุกต์ใช้ในการจำลองสถานการณ์และเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน ในวงการศึกษาระดับโรงเรียนของไทยก็มีการพัฒนานำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนกันบ้างแล้ว การพัฒนาที่ก้าวหน้าตามสภาพความพร้อมและความสนใจของแต่ละแห่ง โรงเรียนส่วนใหญ่สนใจและต้องการนำ CAI เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนมาก ถ้าเรานำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในด้านนี้จะทำให้เราสามารถประหยัดเวลาในการทำกิจกรรมบางอย่างที่ไม่จำเป็นได้ เช่นการพล็อตกราฟ เป็นต้น

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับผู้สอนและผู้เขียนโปรแกรม (ชูศรี ยินดีตระกูล 2530:30-33) ได้แบ่งประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด(Drill and Practice) การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ส่วนใหญ่ใช้ในการฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด อาจเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่าง ๆ รวมทั้งการอ่านและการสะกดตัวอักษรด้วยหรืออาจเป็นทักษะอื่น ๆ ที่ต้องทำซ้ำ ๆ กัน การฝึกทักษะและแบบฝึกหัดส่วนใหญ่จะใช้เสริมบทเรียนเมื่อผู้สอนสอนบทเรียนบางอย่างไปบ้างแล้ว แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ เป็นการวัดความรู้ ความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มความรู้และความชำนาญ ลักษณะของแบบฝึกหัดนี้ไม่เพียงพอแต่จะช่วยให้ผู้เรียนในด้านความจำ แต่ช่วยในการฝึกหัดการคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายตั้งคำถามให้ผู้เรียนเป็นตอบตลอดเวลา ถ้าผู้เรียนไม่รู้จักคิดก็จะไม่สามารถตอบคำถามนั้น ๆ ได้

2. การสอนรายบุคคล(Tutorial System) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้สอนแทนครูในเนื้อหาเฉพาะบางตอน ซึ่งผู้เรียนอาจจะเรียนไม่ทันหรือขาดเรียนในวันที่ผู้เรียนส่วนใหญ่เรียนเรื่องนั้น ๆ การเรียนแบบนี้เป็นการเรียนรายบุคคล ผู้เรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง คอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ตั้งคำถามและผู้เรียนเป็นผู้ตอบ ถ้าผู้เรียนตอบได้ คอมพิวเตอร์ก็จะถามต่อไป การเรียนรู้อาจเกิดจากการที่ผู้เรียนคิดเพื่อที่จะตอบคำถาม การสอนด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการสอน

แนวความคิดใหม่ ๆ หรือความคิดรวบยอดบางประการแก่ผู้เรียน การเรียนการสอนแบบนี้เป็นการเรียนรายบุคคล เป็นการสอนที่สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเพราะผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตน ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์อาจสอนได้ดีกว่าครู เพราะเป็นการเรียนรายบุคคล ผู้เรียนบางคนอาจใช้เวลามากในการเรียนจนกว่าจะจบบทเรียน แต่บางคนก็ใช้เวลาน้อยการเรียนแบบนี้จึงเป็นการเรียนการสอนตามศักยภาพของผู้เรียนอย่างแท้จริง

3. สถานการณ์จำลอง (*Simulation*) เป็นวิธีการสอนโดยคอมพิวเตอร์เสนอประสบการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพื่อให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองแก้ปัญหาเพราะบางครั้งประสบการณ์จริงก็เสี่ยงหรือแพงเกินไป เช่นเรียนขับเครื่องบิน เป็นต้น การเรียนการสอนแบบนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริงความสำคัญของนักเรียนจึงอยู่ที่ความสามารถในการจำลองสถานการณ์ซึ่งแบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

3.1 การจำลองสภาพการทำงาน (*Task Performance Simulation*) เช่นการจำลองสภาพการขับเครื่องบิน การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (*System Modeling Simulation*) เช่นการจำลองระบบการจัดการจราจร การเดินทางรถทางเดียวในนครหลวง เพื่อดูว่าจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาใดหรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริง ๆ

3.3 การจำลองสภาพประสบการณ์ (*Experience/Encounter Simulation*) เช่นการทดลองทำงานหรือการตัดสินใจบางเรื่อง โดยที่เหตุการณ์จริงยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสภาพของสถานการณ์นั้น ทำให้คิดล่วงหน้าได้ว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง รู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นอย่างไร

4. เกมการเรียนการสอน (*Instructional Games*) เป็นการเรียนรู้จากการเล่นช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนทำให้ผู้เรียนได้ความรู้และสนุกสนานพร้อม ๆ กัน เป้าหมายสำคัญและมีส่วนที่เหมือนกับเกมทั่ว ๆ ไป คือเป็นการแข่งขันเพื่อชัยชนะและนำไปสู่การเรียนรู้ เกมการเรียนการสอน มี 2 ประเภทคือ

4.1 เกมการแข่งขัน เป็นเกมที่มองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเองทำให้อยากประสบความสำเร็จ

4.2 เกมการร่วมมือ เป็นการแก้ปัญหาของกลุ่ม สอนการทำงานเป็นกลุ่ม เช่นเกมที่ต้องช่วยเหลือพึ่งพากัน ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถพิเศษแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายร่วมกัน คือ ช่วยทุกคนอยู่รอดเกมการเรียนการสอนนี้ สามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวางในหลายสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือภาษาศาสตร์

5. การสาธิต (*Demonstration*) เป็นวิธีการสอนที่วิธีหนึ่งที่ผู้สอนมักจะใช้เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ การสอนแบบนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์มีความคล้ายคลึงกับการสาธิตทั่วไป แต่มีความน่าสนใจเนื่องจากการสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์จะให้ เส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดจนสามารถมีสีและเสียงประกอบได้ เช่น การสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาล การหมุนเวียนของโลหิต โครงสร้างอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็วและความเร่ง การไหลของกระแสในมหาสมุทร เป็นต้น

6. การทดสอบ (*Test*) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะรวมเอาการทดสอบเพื่อเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของผู้เรียนเข้าไปด้วย โดยคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ต่อไปนี้

6.1 การสร้างข้อสอบ

6.2 การจัดการสอน

6.3 การตรวจให้คะแนน

6.4 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

6.5 การสร้างคลังข้อสอบและการจัดให้ผู้สอนสุ่มเลือกข้อสอบเอง

7. การแก้ปัญหา (*Problem Solving*) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดสอบลงในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าสูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย เป็นต้น

8. บทสนทนา (*Dialogue*) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงว่าแทนที่จะใช้เสียง ก็อาจจะเป็นจอภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ได้

9. การไต่ถาม (*Inquiry*) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัส หรือหมายเลขของผู้เรียนนี้ จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (*Combination*) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (*Tutorial*) เกม (*Game*) การไต่ถาม (*Inquiry*) รวมทั้งประสบการณ์แก้ปัญหา (*Problem Solving*) ก็เป็นไปได้

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วารินทร์ รัชมีพรหม (2531:194-195) ได้กล่าวถึงบทบาทในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน (*Computer-Assisted Instruction: CAI*) ดังนี้

1. การฝึกปฏิบัติ (*Drill and Practice*) เป็นการใช้ทฤษฎีการเสริมแรงในการสอน มโนทัศน์และทักษะ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยชุดของคำถามหรือแบบฝึกหัด เช่นเดียวกับในหนังสือแบบฝึก (*Work Book*) แบบฝึกนั้นจะมีการเสริมแรงทุก ๆ คำตอบที่ถูกต้อง โปรแกรมบางโปรแกรมจะบันทึกข้อมูลการตอบสนองของผู้เรียนไว้ด้วย เพื่อจะได้ใช้เป็นพื้นฐานการเรียนเพิ่มเติม

2. การเรียนทบทวน (*Tutorials*) คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เหมือนผู้สอนที่สอนทบทวนให้ผู้เรียน โดยจะมีทั้งเนื้อหาและกราฟิกบนจอภาพของคอมพิวเตอร์และมีคำถามเป็นระยะ ถ้าผู้เรียนตอบได้ถูกต้องก็จะมีการเสริมแรงโดยทันที แต่ถ้ามีการตอบผิดก็มีการกลับไปทบทวนเนื้อหาอันใหม่ เป็นการสอนเสริมแรงนั่นเอง

3. สถานการณ์จำลอง (*Simulation*) เป็นการใช้โปรแกรมที่เลียนแบบของจริง เช่น การเรียนการขับเครื่องบิน

4. เกม (*Games*) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาหรือการฝึกอบรมและได้รับการออกแบบเพื่อการเรียนการสอนอย่างดีแล้ว จะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

5. การค้นพบ (*Discovery*) เป็นการออกแบบโดยให้ปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ แก่ผู้เรียนและผู้เรียนค้นหาการแก้ไขโดยวิธีลองผิดลองถูกจนกว่าจะได้คำตอบเป็นลักษณะที่เรียกว่า *Inductive Approach* ซึ่งคอมพิวเตอร์จะเป็นแหล่งข้อมูล (*Database*) ได้

6. การแก้ปัญหา (*Problem Solving*) โปรแกรมในลักษณะนี้จะมี 2 แบบ แบบแรก ผู้เรียนจะเขียนโปรแกรมเอง โดยการระบุถึงปัญหาและแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำแต่ในสิ่งที่จำเป็น เช่น ช่วยในการคำนวณที่ซับซ้อน ส่วนอีกแบบหนึ่งมีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไว้ก่อนแล้ว คอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ช่วยที่แก้ปัญหาให้ เช่น คอมพิวเตอร์คำนวณให้ทั้งหมดโดยผู้เรียนให้ตัวแปรแก่เครื่องคอมพิวเตอร์

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการพัฒนาจากบทเรียนแบบโปรแกรมและบทเรียนสำเร็จรูปมีลักษณะที่สำคัญดังนี้ (ทักษิณา สวานานนท์ 2529 : 61-62 ,อ้างถึงในปิยะวัฒน์ หวังอารี 2533 : 14-16)

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ (*From Known to the Unknown*) จัดการสอนให้เนื้อหาไปตามลำดับ (*Linear Sequence*) เริ่มจากเรื่องที่คุณเรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยรู้ โดยทำในกรอบ (*Frame*) หลาย ๆ กรอบ ผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียนไปที่ละกรอบ ตามลำดับของความง่ายไปสู่ความยาก
2. เนื้อหาที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ ค่อนข้างง่ายและมีสาระ ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอันเดียว การแนะนำความรู้เนื้อหาอะไรใหม่ ๆ ทีละมาก ๆ ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย
4. ในระหว่างการเรียน ต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการกระทำอะไรตามไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ฯลฯ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียว เพราะจะทำให้เมื่อ
5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่า หรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เป็นการเพิ่มเนื้อหาไปด้วยในตัวหรือถ้าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำตอบหรือรู้ผลในทันที ทำให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกต้องมักได้รับคำชม ทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิดบางที่อาจถูกตำหนิ ซึ่งก็จะไม่มีใครได้ยิน จึงไม่ควรมีการกระทำให้อับอายหรือหมดกำลังใจ
6. การเรียนวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความเร็วของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำหนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อนหรือตามเพื่อนให้ทัน
7. การเรียนในลักษณะนี้ เป็นการเรียน โดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกันแม้แต่ในวิชาเดียวกันการเรียนบทเรียนแต่ละบทก็จะใช้เวลาไม่เท่ากัน บางคนเรียนเรื่องส่วนประกอบของสถานีไฟฟ้าดี แต่เรื่องการจัดสคิมบัสของสถานีไฟฟ้า ต้องใช้เวลามาก
8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบท จะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้นหมายถึง สรุปเนื้อหา และสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วย ว่าผู้เรียนใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้าหรือทำงานอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

เป็นต้น ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบบ่อยครั้งจะทำให้ การเรียนก็จะยิ่งมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมดา มีปัญหาเรื่องการตรวจ ยิ่งถ้าผู้เรียนในชั้นเรียนมีมากก็อาจยิ่งเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อยๆ หดไป

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้น ถ้าทำได้ดีเราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปได้ ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนอาจทำให้คำตอบต่างกันออกไป ตามความสามารถของแต่ละบุคคลเราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียน ได้ว่า การที่เลือกตอบข้อนั้นๆ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิด เป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ตีความคำถามผิด หรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดี ผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริงๆ ผู้เรียนควรจะทำให้ได้ทั้งหมดแต่การทำถูกไปหมดบางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายก็ได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้าง จะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับ ทำได้ดีขึ้น ไม่เฉไฉออกไปนอกกลุ่มนอกทางโดยไม่จำเป็น

องค์ประกอบของการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

องค์ประกอบของการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 4 องค์ประกอบด้วยกัน คือ (ปิยะวัฒน์ หวังอารี 2533 : 30-35)

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (*Design of the Stimulus*) นักเรียนสามารถเห็นข้อมูล (*Information*) ได้บนจอภาพโดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักการรับรู้มาใช้มาก แต่เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ส่วนขั้นตอนของการแสดงข้อมูลนั้นต้องเข้าใจง่าย ในส่วนของคำถามนั้นจะต้องออกแบบเป็นรูปกิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนได้มีการโต้ตอบหรือเร้าเหมือนกับการฟังและการเห็น

- 1.1. คำสั่งของแต่ละกิจกรรมต้องชัดเจน
- 1.2. จัดเตรียมตัวอย่างของคำสั่งนั้นให้สมบูรณ์
- 1.3. เรียบทเรียนโดยบรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ
- 1.4. ใช้แผนภูมิหรือ *Outline* เพื่อแสดงให้เห็นว่าเนื้อหานั้นมีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาอย่างไร
- 1.5. บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบ โดยคำนึงถึงผู้เรียน
- 1.6. เตรียมการอุปมาอุปไมย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาซึ่งนักเรียนพอที่จะรู้

- 1.7. คำถามในบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 - 1.8. ถามคำถามก่อนเรียนบทเรียนระหว่างเรียนบทเรียนแต่ละตอนและหลังเรียนบทเรียน
 - 1.9. ใช้คำถามที่จับใจผู้ฟัง
 - 1.10. กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
 - 1.11. เริ่มบทเรียนโดยการใช้ *Pre-Test*
 - 1.12. ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนกลับไปดูคำบรรยายเพื่อดูคำตอบ แต่ควรจะให้ *Feedback* หรือคำแนะนำ
 - 1.13. เมื่อสิ้นสุดในส่วนของการบรรยาย ให้ผู้เรียนเลือกการทบทวนเนื้อหาก่อนตอบคำถาม
 - 1.14. อาจใช้สี การขีดเส้นใต้ ระบายสี ตีกรอบ ใช้ลูกศร การเคลื่อนไหว เป็นจุดรวม ความสนใจของผู้เรียน
 - 1.15. ในการเสนอเนื้อหาตัวอักษรจะต้องไม่กระพริบ
 - 1.16. ควรใช้วิธีการเน้นเนื้อหาได้ไม่เกิน 3 อย่างใน 1 บทเรียนและใช้ในจุดมุ่งหมายเดียวกัน
 - 1.17. ควรอธิบายการใช้ *Highlight* และสิ่งที่ผู้เรียนควรทำในตอนต้นของบทเรียน
 - 1.18. ควรออกแบบให้สามารถปรับระดับความยากง่ายได้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน
 - 1.19. การจัดระบบเนื้อหาจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมกับโครงสร้าง เช่น การอธิบายการเปรียบเทียบ
 - 1.20. ใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ สิ่งที่น่าสนใจ
2. การตอบสนองของนักเรียน การเรียนหลายอย่างสิ่ง que แสดงถึงคุณภาพของการเรียน คือ การรู้จักพื้นฐานของสิ่งที่เรียน การฝึกหัดเพิ่มเติมและข้อมูลย้อนกลับ ในการตอบสนองของผู้เรียนนั้น ผู้เรียนต้องมีความรู้ในคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดของการตอบสนองของผู้เรียนจะพูดถึงในตอนต่อไป สิ่งที่สำคัญที่สุดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ กลไกการป้อนข้อมูล
- 2.1. การตอบสนองโดยเปิดเผยไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับการเรียน
 - 2.2. ศิลปะในการถามคำถามหรือคำสั่งในการทบทวนเพื่อกระตุ้นให้มีการตอบสนอง โดยไม่ต้องเปิดเผย
 - 2.3. ให้ผู้เรียนประเมินตนเองถึงระดับของความเข้าใจในเนื้อหา

2.4. ถ้าต้องการประเมินผลหรือให้ *Feedback* ก็จะต้องให้มีการตอบสนองโดยเปิดเผย

2.5. จัดเตรียมการตอบสนองซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดที่กล่าวไว้ในวัตถุประสงค์

2.6. จัดกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2.7. ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความคิดรวบยอดของบทเรียน

2.8. นอกจากการประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เราอาจจะให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกันหรือครูประเมินโดยใช้สมุดแบบฝึกหัด

2.9. การแสดงข้อมูลต้องสามารถระลึกโดยใช้ภาพหรือเรื่องราว

2.10. ต้องการให้ผู้เรียนบอกหรือชี้ในส่วนที่ขาดหายไป

2.11. อนุญาตให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาเองได้

2.12. ใช้การกดแป้นพิมพ์เพียงแป้นเดียวในการตอบกับนักเรียนในชั้นเล็ก ๆ

2.13. ไม่ใช้การกดแป้นพิมพ์เดียวในการตอบสำหรับการเรียนที่ต้องใช้ความคิดในระดับสูง

2.14. ควรใช้กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบด้านความจำหรือการระลึกได้

2.15. สำหรับการเรียนในระดับสูงให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง แต่ต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน

2.16. สำหรับผู้เรียนในระดับต่ำอาจจะออกแบบเป็น *Template*

3. ข้อมูลย้อนกลับ *Course Ware* เหมือนกับสื่อการสอนในรูปแบบอื่น คือ มีขบวนการสื่อสารข้อมูลมี *Feedback* โดย *Feedback* แต่ละอย่าง que ผู้เรียนได้รับแล้วแต่ชนิดของ *Course Ware* และอีกส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณาด้วยก็คือ เวลาในการให้ *Feedback* ซึ่งต้องให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบคำถามหรือทำกิจกรรม

3.1. การออกแบบบทเรียนในคอมพิวเตอร์ต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้ผลตอบสนองโดยคำถามให้ *Feedback* จากคำตอบของผู้เรียน

3.2. *Feedback* ต้องสัมพันธ์กับการตอบสนองของผู้เรียน

3.3. พยายามหลีกเลี่ยง *Feedback* ชนิดถูก/ผิด เพราะ *Feedback* แบบนี้เป็นเพียงการยืนยันคำตอบ

3.4. หลังจากเลือกคำตอบถูกได้แล้วต้องชี้ว่าคำตอบนั้นถูกและทำไมจึงถูก

3.5. หลังจากเลือกคำตอบที่ผิดจะต้องชี้ว่าคำตอบนั้นผิดและบอกด้วยว่าทำไมจึงผิด และคำตอบที่ถูกคืออะไร

3.6. ตามปกติหลังจากเลือกคำตอบที่ผิดแล้ว จะให้ผู้เรียนเลือกอีกครั้ง แต่ถ้าผู้เรียนยังเลือกคำตอบที่ผิดอยู่อีกก็จะบอกคำตอบที่ถูกและอธิบายว่าทำไมจึงถูก

3.7. ผู้เรียนที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน ควรจัดเตรียม *Feedback* ที่ต่างกันด้วย

3.8. ผู้เรียนที่อ่อน *Feedback* ต้องเป็นแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม

3.9. ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ถ้าตอบผิดควรให้คะแนนหรือคำชมเชย ในบางส่วนที่ถูกต้อง

3.10. ผู้เรียนที่เรียนอ่อน *Feedback* ควรเป็นแบบที่มีการสนับสนุนและช่วยเหลือหรือกระตุ้น

3.11. การให้ *Feedback* ต้องให้ทันทีทันใดหลังจากการตอบสนองของผู้เรียนในการเรียนเนื้อหาใหม่ ๆ

3.12. การให้ *Feedback* ตอนไหนนั้นขึ้นกับวัตถุประสงค์ ถ้าการเรียนรู้ในระดับต่ำ (ความจำ) ควรจะให้ *Feedback* ทุกครั้ง ถ้าเป็นการเรียนรู้ระดับสูงหรือระดับที่เป็นนามธรรม ควรให้ตอนท้ายของบทเรียน

3.13. คำที่ใช้ในการให้ *Feedback* ไม่ควรให้ซ้ำ ๆ เหมือน ๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว แต่ควรจะเปลี่ยนให้แตกต่างออกไป

3.14. หลีกเลี่ยงการใช้คำว่าดีมาก ยอดเยี่ยมใน *Feedback*

3.15. ควรให้ *Feedback* ที่เป็นการสร้างเสริมคือ มีทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าข้อเสนอแนะหรือติชมอย่างง่าย ๆ

4. การควบคุมบทเรียน ส่วนที่สำคัญที่สุดของ *CAI* เห็นจะเป็นเรื่องของศิลปะวิทยาการและการสอนที่จะให้นักเรียนตัดสินใจเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง มีวิธีการและชนิดของสื่อการสอน ซึ่งนักเรียนต้องการได้ตอบด้วยการออกแบบ *CAI* นั้น ต้องพิจารณาถึงลักษณะของผู้เรียน (*Learner Characteristic*) เช่น พื้นความรู้ความสามารถ ฯลฯ

4.1. ออกแบบบทเรียนซึ่งอนุญาตให้นักเรียนพัฒนาความก้าวหน้าด้วยอัตราของแต่ละบุคคล

4.2. ออกแบบบทเรียนซึ่งนักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะตามความต้องการของผู้เรียน

4.3. ให้นักเรียนสามารถเลือกจำนวนปัญหาหรือคำถามที่เขาต้องการในการฝึกฝนในบทเรียนนั้น ๆ

- 4.4. ในขณะที่แก้ไขปัญหายุ่่นั้น นักเรียนสามารถหยุดและกลับไปในส่วนของบทเรียนได้ ถ้าเขาต้องการ
- 4.5. หลังจากการฝึกฝนแต่ละข้อแล้ว ให้โอกาสผู้เรียนเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไปหรือต้องการเรียนต่อไป
- 4.6. จัดเตรียมภาพรวม แต่ละบทเรียนในรูปแบบโครงร่างของหัวข้อ หรือ *Organizer*
- 4.7. ในการเรียนควรมีการทดสอบก่อนเรียน (*Pre-test*) และยอมให้นักเรียนซึ่งได้คะแนนสูงได้เลือกยุทธวิธีการเรียนการสอนบทเรียนนั้น
- 4.8. ถ้านักเรียนได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำไม่ควรให้เลือกยุทธวิธีการเรียนการสอน
- 4.9. นักเรียนสามารถควบคุมเนื้อหาในบทเรียนซึ่งเรียงลำดับด้วยตัวเอง
- 4.10. จัดระดับความยากของคำถามในบทเรียนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์แต่ละกลุ่มเป้าหมาย
- 4.11. การจัดเรียงปัญหานั้นจะต้องจัดเรียงจากง่ายไปสู่ยาก
- 4.12. ระดับความยากของเนื้อหาหรือกิจกรรมควรให้เหมาะสมกับการตอบสนองของผู้เรียน
- 4.13. ควรมีตัวอย่างในบทเรียนให้กับนักเรียนทุกระดับ
- 4.14. ไม่ควรอนุญาตให้นักเรียนกระโดดข้ามตัวอย่าง
- 4.15. วิธีการสอนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียนจึงไม่ควรออกแบบให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการสอน
- 4.16. การเรียงลำดับขั้นเนื้อหาของบทเรียน อาจจะเป็นไปตามชนิดของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- 4.17. คำแนะนำที่ให้กับผู้เรียนเกี่ยวกับตัวเลือกในการควบคุมบทเรียนควรอาศัยผลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนเป็นหลัก และให้คำแนะนำก่อนการเรียนบทเรียน
- 4.18. ทางเลือกอีกทางหนึ่งในการให้ข้อเสนอแนะ คือ ให้คำแนะนำโดยพิจารณาจากพฤติกรรมในระหว่างการเรียนรู้ และให้คำแนะนำในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนบทเรียนนั้น
- 4.19. คำแนะนำควรจะแสดงแนวคิดตลอดทั้งบทเรียนหรือเฉพาะยุทธวิธีที่สำคัญซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำได้ถูกต้องในระหว่างบทเรียนนั้น

4.20. ในบทเรียนที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียน ควรจะให้คำแนะนำก่อนหรือระหว่างบทเรียน

4.21. สร้างบทเรียนซึ่งสามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้

4.22. บทเรียนอาจจะปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยใช้คะแนนจากการทดลองก่อนเรียนเป็นหลัก

ลักษณะของบทเรียน *Tutorial* ที่ดี

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นแบบบทเรียน *Tutorial* ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย โดยจะยึดแนวทางที่เป็นประโยชน์และจำเป็นต่อการสอนในเรื่อง ส่วนประกอบของสถานีไฟฟ้า ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียน *Tutorial* เป็นบทเรียนคล้ายบทเรียนสำเร็จรูป โดยจัดเนื้อหาเป็นระบบและเรียงกันไป ผู้เรียนจะศึกษาตามลำดับที่โปรแกรมไว้ บทเรียนดังกล่าวจะแทรกคำถามไว้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนและสามารถย้อนกลับไปที่บทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว (ปิยะวัฒน์ หวังอารี 2533 : 35)

ออลเซซีและทรอลลิป (*Alessie and Trollip* 1985 : 132-133) ได้สรุปลักษณะของบทเรียน *Tutorial* ที่ดี โดยกล่าวถึงแต่ละส่วนของบทเรียนไว้ ดังนี้

1. บทนำ

- 1.1. ให้อธิบายสั้นกระชับ
- 1.2. บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
- 1.3. บอกวิธีการเรียนบทเรียนที่แน่นอนและบอกให้ทราบทั้งหมด
- 1.4. บอกให้ทราบว่าก่อนการเรียนบทเรียนนักเรียนต้องมีความรู้อะไรก่อนบ้าง
- 1.5. ให้นักเรียนเลือกลำดับการเรียนเองโดยเลือกจากรายการและกลับมาที่รายการ (*Menu*) อีกเมื่อเรียนหน่วยที่ได้เลือกไปเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 1.6. ไม่ควรใส่แบบทดสอบก่อนเรียนไปในบทเรียน ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเมื่อท่านรู้ว่านักเรียนต้องการและใช้แบบทดสอบก่อนเรียนแตกต่างหากจากบทเรียนคอมพิวเตอร์

2. การสอนเนื้อหา

- 2.1. เสนอเนื้อหาให้สั้นกระชับ
- 2.2. ออกแบบการสอนเนื้อหาให้ดึงดูดใจ
- 2.3. ไม่ใช่ลักษณะตัวหนังสือวิ่งจากบนลงล่างหรือล่างขึ้นบน
- 2.4. เน้นส่วนที่ต้องการให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ เปรียบเทียบหรือชี้แนะด้วยการใช้สิ่งที่จัดความคิดรวบยอด

- 2.5. ใช้สีเพื่อกระตุ้นและเน้นส่วนที่สำคัญ
 - 2.6. หลีกเลี่ยงการใช้สีในเนื้อหาทั่วไป ๆ ที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญ
 - 2.7. ตัวอักษรต้องอ่านง่าย
 - 2.8. เน้นความแตกต่างระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ให้ชัดเจน
 - 2.9. ใช้วิธีการสอนให้เหมาะกับเนื้อหา
 - 2.10. เตรียมกรอบที่จะช่วยผู้เรียนในการใช้หรือปฏิบัติตามได้ง่าย
3. การถาม - ตอบ
- 3.1. ให้คำถามบ่อย ๆ โดยเฉพาะคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจ
 - 3.2. พิจารณาให้ตอบคำถามทางช่องทางอื่นมากกว่า ใช้เพียงทางแป้นพิมพ์ถ้าเป็นไปได้
 - 3.3. *Prompts* เป็นเครื่องหมายแสดงให้ผู้เรียนตอบคำถามควรอยู่ใต้คำถามใกล้กับทางซ้ายมือของจอคอมพิวเตอร์
 - 3.4. คำถามควรมีลักษณะที่ช่วยสนับสนุนให้ตอบคำถามให้ถูกต้อง
 - 3.5. ถามคำถามจุดที่สำคัญ ๆ ของเนื้อหา
 - 3.6. ยอมให้ผู้เรียนตอบได้มากกว่า 1 ครั้งใน 1 คำถาม
 - 3.7. การเขียนคำถามแบบเลือกตอบนั้นทำได้ยากแต่ง่ายในการตรวจและอาจมีการเดาได้
 - 3.8. คำถามแบบเขียนตอบนั้นทำได้ง่าย แต่ยากในการตรวจและป้องกันการเดาได้
 - 3.9. ต้องรู้ว่าจะทดสอบความจำหรือความเข้าใจและเลือกชนิดของคำถามให้เหมาะสม
 - 3.10. ภาษาที่ใช้ในบทเรียนควรมีความยากง่ายให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน
 - 3.11. หลีกเลี่ยงการใช้คำถามแบบย่อหรือในทางปฏิเสธ
 - 3.12. คำถามไม่ควรจะเป็นตัวหนังสือเลื่อนจากบนลงล่าง
4. การตรวจคำตอบ
- 4.1. การตรวจคำตอบเกี่ยวกับเขาวนั้ปัญญา ครูจะต้องยอมรับคำบางคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน สะกดเหมือนกัน หรือคำพิเศษต่าง ๆ
 - 4.2. จะต้องพิจารณาดูทั้งคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิด
 - 4.3. ให้ความกับผู้เรียนในการตอบคำถาม
 - 4.4. ให้ผู้เรียนได้รับการช่วยเหลือจนสามารถผ่านไปได้

5. การให้ข้อมูลย้อนกลับ

5.1. ถ้ารูปแบบคำตอบผิดให้บอกว่ารูปแบบที่ตอบนั้นผิดแล้วให้บอกรูปแบบคำตอบที่ถูกต้องและให้ตอบคำถามอีก

5.2. ถ้ารูปแบบคำตอบถูก ให้ยืนยันคำตอบถูกอีกครั้งหนึ่ง

5.3. ถ้าเนื้อหาของคำตอบผิด ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการแก้ไข

6. การให้เนื้อหาเสริม

6.1. ให้เนื้อหาเสริมสำหรับผู้เรียนได้ไม่ดีโดยให้กลับไปเรียนบทเรียนใหม่หรือเรียนจากผู้สอน

7. การลำดับการเรียนรู้

7.1. เสนอบทเรียนไปตามลำดับขั้นหรือจากง่ายไปหายาก

7.2. หลีกเลี่ยงการใช้ *Linear Tutorial* ควรใช้ *Branching Tutorial*

7.3. ให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ โดยใช้เป็นพิมพ์ ไม่ควรใช้เวลาในการควบคุมบทเรียน

7.4. จัดทำบทเรียนให้สามารถกลับไปเริ่มต้นบทเรียนได้ใหม่

8. ขึ้นจบบทเรียน

8.1. เก็บข้อมูลไว้สำหรับการกลับมาเรียนใหม่

8.2. ลบข้อมูลบนจอภาพ

8.3. บอกให้ทราบถึงการจบบทเรียนด้วยข้อมูลที่สั้นและแจ่มชัด

รูปแบบของบทเรียน การสอนเนื้อหา ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบของสุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 75-89) ซึ่งออกแบบบทเรียน (โปรแกรมการสอนเนื้อหา) ไว้ 4 ขั้นตอน

1. ขั้นนำเข้าสู่เรียน เป็นการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ ประกอบไปด้วยสร้างความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน บอกวิธีการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ขั้นเสนอเนื้อหา ให้นิยามพร้อมคำอธิบายและพร้อมยกตัวอย่างมีการทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ

3. ขั้นทดสอบ เป็นการทดสอบย่อยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลเป็นคะแนน และคะแนนที่ได้จะแจ้งให้นักเรียนทราบบนจอคอมพิวเตอร์ ถ้าทำคะแนนได้ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะกลับไปเรียนเนื้อหาบทเรียนเดิมอีกจนผู้เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงสามารถเรียนในบทเรียนใหม่ต่อไป

4. ชั้นปีคบบทเรียนนักเรียนเรียนเนื้อหาในบทเรียนเสร็จแล้ว มอนิเตอร์จะแสดงให้ทราบว่าเป็นจบบทเรียน

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบการเรียนการสอน ผู้ที่ออกแบบได้ดีควรมีพื้นฐานความรู้ด้านหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างกว้างขวาง เช่น หลักการวัดและประเมินผล หลักการสอนและวิธีสอน ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอน หลักการและทฤษฎีดังกล่าวเกิดขึ้นจากการศึกษาค้นคว้าและการวิจัยของนักจิตวิทยาการศึกษาเกือบทั้งสิ้น เช่น ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (*Behavioral theories*) และทฤษฎีปัญญานิยม (*Cognitive theories*) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ และคณะ 2544 : 35-43)

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม

พื้นฐานความคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมโดยสรุป เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์นั้นเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ สามารถสังเกตพฤติกรรมได้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน และเชื่อว่าการให้ตัวเสริมแรง (*Reinforce*) จะช่วยกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตามต้องการได้ นักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับในกลุ่มนี้ได้แก่ *Pavlov* ซึ่งเดิมเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของรัสเซีย *Watson* นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นบิดาของจิตวิทยาพฤติกรรมนิยมและ *Skinner* ชาวอเมริกันที่โดดเด่นในการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเสริมแรง ได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องจนถึงในปัจจุบัน

Skinner เชื่อว่าตัวเสริมแรง เป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ของผู้เรียน และพฤติกรรมใด ๆ ที่มนุษย์กระทำในสิ่งแวดล้อม มีแนวโน้มที่จะคงที่ เพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นเหตุเนื่องมาจากผลของการกระทำอันนั้น (ขนิษฐา วิเศษสาทร 2540 : 150) การเสริมแรงอาจเป็นรูปแบบของการให้รางวัลที่เหมาะสมหรืออาจเป็นความพึงพอใจที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากความสำเร็จในการเรียนหรือทำกิจกรรม เป็นการให้ประสบการณ์ความสำเร็จกับผู้เรียนซึ่งเป็นเรื่องที่ดีและควรกระทำอย่างยิ่งในการเรียนการสอน ควรให้การเสริมแรงตามความเหมาะสมให้ถูกกาลเทศะหรือวัยของผู้เรียนจะเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ หลักการของ *Skinner* ได้รับการนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปัจจุบัน

โครงสร้างหลักบทเรียนแบบโปรแกรมของ *Skinner* เน้นแนวคิดหลักดังนี้

1. แบ่งบทเรียนเป็นส่วนย่อย ๆ ประกอบด้วยเนื้อหาที่มีความคิดรวบยอดหรือมีประเด็นสำคัญในเรื่องราวเนื้อหาในแต่ละกรอบของบทเรียน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทีละอย่าง
2. จัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปสู่ยาก เป็นการจัดลำดับความคิดและเรียนเป็นขั้น ๆ

3. ผู้เรียนต้องตอบคำถามทุกกรอบของเนื้อหาเพื่อเป็นการแสดงถึงความก้าวหน้าของผู้เรียนว่าพร้อมที่จะไปสู่บทเรียนหรือเนื้อหาในขั้นต่อไป

4. การเสริมแรงจะต้องมีทุกครั้งที่คุณเรียนตอบคำถามไว้ว่าจะผิดหรือถูกและต้องได้รับการเสริมแรงทางบวกในทันที

5. บทเรียนแบบโปรแกรมไม่ควรกำหนดช่วงเวลาศึกษาในแต่ละกรอบ เพราะจะเป็นการเร่งรัดผู้เรียน ผู้เรียนอาจเกิดความเครียด และเบื่อหน่าย ควรให้ผู้เรียนได้ศึกษาในแต่ละกรอบจนเข้าใจท้องแท้ โดยไม่มีข้อจำกัดของเวลา เป็นการเล็งเห็นถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Skinner ได้แยกลักษณะของตัวเสริมแรงที่ช่วยให้เกิดแรงจูงใจออกเป็น 3 ลักษณะ คือ เช่น การยกย่อง การปรบมือ และตัวเสริมแรงภายในตนเอง เช่น ความรู้สึกยินดีหรือพึงพอใจในการประสบความสำเร็จ แต่การให้ตัวเสริมแรงที่เป็นสิ่งของจะทำให้แรงจูงใจภายในที่เกิดขึ้นจากความต้องการที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคลไม่ส่งเสริมความคิดที่อยากจะเรียนหรือศึกษาบทเรียนต่อ หรือเกิดความเบื่อหน่ายนั่นเอง

ความท้าทาย เป็นความต้องการของมนุษย์ ที่จะเอาชนะสิ่งที่ตนเองคาดว่าจะชนะได้มีนักการศึกษาหลายท่านพยายามศึกษา และรวบรวมลักษณะของกิจกรรมที่ท้าทายไว้ด้วยกัน ดังนี้ (บุปผชาติ ทัพหิกรณ์ และคณะ 2544: 37)

1. ความยากของกิจกรรม จะต้องเหมาะสมกับทักษะและความสามารถของผู้ทดสอบ (ผู้กระทำ) และผู้ทดสอบเองก็สามารถจะเพิ่มหรือลดระดับความยากง่ายของกิจกรรมได้ตามความต้องการ

2. เกณฑ์การวัดกิจกรรมที่ได้กระทำไปต้องชัดเจน ผู้ทดสอบสามารถวัดและประเมินได้ตลอดเวลาว่า กิจกรรมที่กำลังกระทำอยู่นั้นมีขนาดไหน ถูกต้องหรือไม่ ถูกต้องอย่างไร

3. กิจกรรมนั้น ๆ ควรจะมีข้อมูลย้อนกลับที่เข้าใจง่าย เพื่อบอกให้ผู้ทดสอบรู้ว่าตนเองอยู่ในตำแหน่งใดเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. ระดับความยากของกิจกรรมจะต้องสูงพอ และมีคุณภาพ เพื่อที่จะสนองความต้องการของผู้ทดสอบที่มีความสามารถพิเศษ

ข้อสรุปดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการท้าทายให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ความสำเร็จ ผู้เรียนจะพยายามเลือกกิจกรรมที่ท้าทายให้เหมาะสมกับความสามารถของตนเองเสมอ เพื่อให้ตนเองได้บรรลุเป้าหมายในการทำกิจกรรม ถึงแม้ในบางครั้งจะยากแต่คิดว่าตนเองน่าจะทำได้สำเร็จ แล้วจะเกิดเป็นความพึงพอใจ ชื่นชมตนเองเมื่อกระทำกิจกรรมสำเร็จ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้

ทำกิจกรรมที่กำหนดเอาไว้ในโปรแกรม ให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน จึงจะเกิดแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากมีบทเรียนเสนอ

การประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีพฤติกรรมนิยมออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากหลักการแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้จากกลุ่มพฤติกรรมนิยมดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้ (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ และคณะ 2544 : 40)

1. ควรแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยหรือเป็นกรอบที่มีเนื้อหาส่งเสริมความคิดรวบยอด
2. บทเรียนย่อยแต่ละบทควรบอกวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาอะไร และศึกษาอย่างไรบ้างหรือผู้เรียนควรมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปเป็นอย่างไร
3. ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของเนื้อหา และกิจกรรมให้เหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของตนเองได้
4. เกณฑ์การวัดผลต้องมีความชัดเจนน่าสนใจ บอกได้ว่าผู้ทดสอบเรียนอยู่ในระดับใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติ และการวัดผลควรทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบตนเองเสมอ
5. ควรให้ข้อมูลป้อนกลับ ในรูปแบบที่น่าสนใจและเสริมแรงในทางบวกทันทีทันใด เพื่อกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจกับผู้เรียน
6. ควรใช้ภาพหรือเสียง ที่เหมาะสมตรงกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน
7. กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยโดยการใช้อรรถภาพ เสียง หรือการสร้างสถานการณ์สมมติ โดยให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมร่วมในสถานการณ์นั้น ๆ
8. การนำเสนอเนื้อหาและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ควรให้ความแปลกใหม่ ซึ่งอาจใช้ภาพ เสียง หรือกราฟิก แทนที่จะใช้คำอ่านเพียงอย่างเดียวเพื่อทำให้บทเรียนเกิดความเร้าใจ
9. เสนอข้อมูลในลักษณะของความขัดแย้งทางความคิด เช่น “ปลาต้องอยู่ในน้ำจึงจะรอด แต่มีปลาชนิดหนึ่งที่เดินอยู่บนดินแข็งได้” จึงจะเกิดการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสงสัยหรือความอยากรู้อยากเห็น
10. ควรสอดแทรกคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย หรือประหลาดใจเมื่อเริ่มต้นบทเรียนหรือระหว่างเนื้อหาแต่ละตอน
11. ให้ตัวอย่างหรือหลักเกณฑ์กว้าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นหาคำตอบเอง การค่อย ๆ ชี้แนะซึ่งจะช่วยสร้างและรักษาระดับความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

ทฤษฎีปัญญานิยม

ทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม เป็นกลุ่มที่เน้นในเรื่องของกระบวนการคิดของมนุษย์ก่อนแสดงพฤติกรรม (สุรพล พยอมแย้ม 2540 : 52) ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวความคิดของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ ว่าการเรียนรู้เกิดจากการรับรู้จากส่วนย่อย ๆ ของเนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ มาผนวกรวบรวมนั้น ทำให้เกิดความคิดหรือความเข้าใจอันใหม่ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ต่าง ๆ อันเกิดจากความคิดที่เป็นกระบวนการทางสมอง ประกอบกับการคิดอย่างมีเหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสร้างจินตนาการ การจัดกลุ่มและการตีความในการออกแบบการเรียนการสอน ควรจะคำนึงถึงความแตกต่างด้านความคิด ความรู้สึกด้วย (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ 2544 : 41) เพราะกระบวนการคิดของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพัฒนาการกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน ทำให้กระบวนการคิดแตกต่างกันด้วย นักทฤษฎีกลุ่มปัญญานิยม เห็นว่า การเรียนรู้เป็นการผสมผสานเชื่อมโยง เรื่องราวเนื้อหาเดิมกับเรื่องราวเนื้อหาใหม่เข้าด้วยกัน จนกลายเป็นการหยั่งรู้

เปียเจต์ (*Jean Piaget*) ให้หลักการว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอนและเมื่อเรียนรู้แล้ว จะเกิดโครงสร้างความคิดความเข้าใจ และพัฒนาไปเป็นการนำความรู้ที่ได้รับใช้ในการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยมเน้นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการรู้ คิด และ ความสำคัญของผู้เรียน โดยถือว่าการเรียนรู้เป็นผลของการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน (วาสนา ศรีอัครลาภ 2539 : 30) ตามแนวความคิดของบรูเนอร์ โดยที่การมีปฏิสัมพันธ์นั้นจะนำไปสู่การค้นพบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ จึงทำให้การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ควรเริ่มจากสิ่งใกล้ตัวก่อน และจึงขยายผลไปสู่สิ่งแวดล้อมที่ไกลตัว เพื่อเสริมสร้างพื้นฐานในกระบวนการคิดจากการเรียนรู้ที่ได้จากประสบการณ์ และควรสอดแทรกปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดเสมอ เป็นการแสดงให้เห็นว่าบทเรียนนั้นมีความหมาย

การประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีปัญญานิยมออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการและแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยม สามารถนำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ และคณะ 2544 : 42) ได้ดังนี้

1. ใช้เทคนิคเพื่อสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนก่อนเริ่มเรียน โดยการผสมผสานข้อมูลและการออกแบบ *Title* ที่เร้าความสนใจ โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว ภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เป็นต้น
2. ควรสร้างความน่าสนใจในการศึกษาบทเรียนอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป

3. การใช้ภาพและกราฟิกประกอบการสอนควรต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหา วยของผู้เรียน
4. คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนในแง่ของการเลือกความลึกซึ้งและระดับเนื้อหา การเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียน ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในการเรียนให้มากที่สุดและให้ผู้เรียนได้มีโอกาสควบคุมบทเรียน
5. ผู้เรียนควรได้รับการชี้แนะในรูปแบบที่เหมาะสม ควรจัดให้เนื้อหาที่เป็นหมวดหมู่ และสัมพันธ์กันตามลำดับ
6. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการรวบรวมเชื่อมโยงเนื้อหาส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น
7. กิจกรรมการสอนควรผสมผสานการให้ความรู้ ควรให้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ ปัญหาเพื่อค้นพบคำตอบ
8. สร้างแรงจูงใจโดยเน้นความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจากความสำเร็จในการเรียนรู้จากการค้นพบ

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกาเย่ (Gagne')

กาเย่ ได้กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญ 2 ประการในการออกแบบบทเรียนช่วยสอน

ประการแรก ผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าบทเรียนนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะในลักษณะใด ในลักษณะที่ว่าการให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์จากการเรียนรู้ หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทิศทางใด เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เป็นพฤติกรรมให้ชัดเจนนั่นเอง

กาเย่ ได้แบ่งผลของการเรียนรู้ออกเป็น 5 แบบ ดังนี้

1. ความรู้ที่เป็นลักษณะตัวอักษร (*Verbal Information*) หมายถึง การแสดงออกถึงความรู้และความจำที่ผู้เรียนสามารถระบุหรืออธิบายได้ เป็นคำหรือประโยค เช่น การบอกลักษณะโครงสร้าง ส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ ได้จะเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องเรียนไม่ต้องการสังเคราะห์หรือวิเคราะห์เลย
2. ทักษะเชิงสติปัญญา (*Intellectual skills*) เป็นการแสดงออกที่ให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้กับแนวคิดต่าง ๆ ในการแยกแยะ ค้นหาคำตอบ ในเรื่องราวต่าง ๆ ในเชิงลึก ต้องใช้การสังเคราะห์และวิเคราะห์ ถึงระดับการค้นคิดกฎเกณฑ์ขึ้นมาใหม่ได้ จะเห็นได้ว่าทักษะเชิงสติปัญญาจะมีผลการเรียนรู้สูงกว่าในแบบแรก

3. กลวิธีทางความคิด (*Cognitive strategies*) ทักษะการเคลื่อนไหว และทัศนคติ
 กาเย่ คิดว่าแม้จะมีความสำคัญแต่ก็ไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยสอน

ประการที่สอง เมื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการเรียนรู้แล้ว จะต้องกำหนดกลวิธีการออกแบบ
 บทเรียนวิธีการสอน เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
 เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ออกมา

กาเย่ ได้แบ่งกลวิธีการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ 9 ขั้นตอน (บุปผชาติ ทัพทิกกรม์
 และคณะ 2544 : 46-55; วาสนา ศรีอัครลาภ 2539 : 33-40; สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2531 : 1-15)

1. การเร้าความสนใจ (*Gaining Attention*) ผู้เรียนควรได้รับกระตุ้นให้สนใจ และ
 ต้องการที่จะเรียนเนื้อหา นั้น ดังนั้นการมี Title ของบทเรียนที่เร้าใจ สำหรับเด็กอาจจะใช้การ์ตูน
 ภาพเคลื่อนไหว เสียงที่เข้าใจ แต่ผู้ใหญ่อาจต้องใช้ความเรียบง่าย ตัวอักษรที่ชัดเจน เหมาะสำหรับ
 กับหน้าจอ การออกแบบบทเรียนให้เร้าความสนใจ ควรคำนึงถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1.1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ที่ควรมีขนาดใหญ่ ชัดเจน และง่ายต่อการ
 เข้าใจ

1.2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อช่วยแสดงภาพเคลื่อนไหวแต่ควรสั้น
 และง่าย

1.3. ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงิน หรือสีเข้มที่ตัดกับสีพื้น
 ที่ชัดเจน

1.4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิกและเนื้อหา

1.5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกดคีย์เมื่อต้องการเปลี่ยนกราฟิก

1.6. กราฟิกควรบอกชื่อบทเรียน ระดับชั้น หลักสูตรไว้

1.7. กราฟิกต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหา แล้วต้องเหมาะสมกับวันของผู้เรียน

2. นำเสนอวัตถุประสงค์ (*Specie Objectives*)

การแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้เอาไว้ ทำให้ผู้เรียนจะรู้ล่วงหน้าถึงการจัด
 ประเด็นสำคัญของเนื้อหาเค้าโครงอย่างกว้าง ๆ ทำให้ผู้เรียนผสมผสานแนวคิด รายละเอียดของ
 เนื้อหาได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าผู้เรียนทราบวัตถุประสงค์ จะทำให้เรียนรู้ได้ดีกว่าไม่ทราบ
 วัตถุประสงค์ การบอกวัตถุประสงค์ในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นิยมใช้ข้อความสั้น ๆ และ
 โนม์นำใจผู้เรียน

การบอกวัตถุประสงค์ควรคำนึงถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย
2. หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
4. ผู้เรียนควรจะทราบว่าหลังจากเรียนไปแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. หากมีบทเรียนย่อย ๆ ควรมีวัตถุประสงค์ทั่วไป แล้วจึงมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อย ๆ ในแต่ละเนื้อหา
6. ควรแจ้งวัตถุประสงค์ที่ละเอียดให้ชัดเจน ต้องกะเนเวลาให้เหมาะสมหรือให้ผู้เรียนคลิกเมาส์หรือกดแป้นพิมพ์ เพื่อเปลี่ยนวัตถุประสงค์ข้อใหม่
7. ใช้กราฟิกง่าย ๆ เข้าช่วยทำให้วัตถุประสงค์ดูน่าสนใจ เช่น การใช้กรอบลูกศร รูปเลขคณิต ในหัวข้อของวัตถุประสงค์
8. ใช้การตั้งคำถามแทนการนำเสนอวัตถุประสงค์ได้
9. บางครั้งสามารถใช้วัตถุประสงค์เป็นเมนูของบทเรียนได้

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้เดิมที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนเนื้อหาใหม่ ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบ อาจใช้การกระตุ้นผู้เรียนด้วยการใช้คำพูด ข้อความภาพให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมกลับไปถึงเนื้อหาเก่าที่เรียนมาแล้ว สิ่งที่ต้องควรคำนึงถึงในการทบทวนความรู้เดิม คือ

1. ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรให้ความรู้หรือทดสอบ เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวนหรือทดสอบควรกระชับและตรงจุด
3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากแบบทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
4. หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมการหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่เกิดมีประสบการณ์แล้ว
5. การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

เป็นการนำเสนอเนื้อหาจากคำพูด ตัวอักษร ภาพต่าง ๆ ที่ง่ายต่อการเข้าใจ ต้องมีความยาวที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย หลีกเลี่ยงข้อความที่แน่นอนเกินไป ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ดังนี้

1. ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นส่วนเนื้อหาที่สำคัญ
2. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ ตารางสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
3. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ควรมีการเน้นส่วนของข้อความสำคัญ อาจเป็นการขีดเส้นใต้ ตีกรอบ การกระพริบ เปลี่ยนสี การโยงลูกศร การใช้สี หรือคำพูดชี้แนะ
4. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก ซับซ้อน
5. จัดรูปแบบตัวอักษร ตัวอ่าน เนื้อหาต่าง ๆ ไม่ให้ยาวเกินไป ควรจัดแบ่งกลุ่มตัวอักษร ให้จบเป็นตอน

6. ควรพิจารณาความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการแสดงภาพกราฟิกด้วย ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์มีการทำงานช้า ควรใช้กราฟิกที่น้อยเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

7. สีในเฟรมหลัก ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละเฟรม (รวมสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสีพื้นและตัวอักษรไปมา

8. ควรให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องแทนการให้คลิกเมาส์ กดแป้นพิมพ์เพื่อดูหรืออ่านข้อความจากจอภาพเท่านั้น เช่น การให้พิมพ์ การให้ทำแบบทดสอบบ้าง

ภาพที่ประกอบเนื้อหา อาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพประกอบนั้น มีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลานานในการปรากฏบนหน้าจอ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ไม่เหมาะสมในเรื่องการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล ขนาดไม่เหมาะกับองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะเข้าใจและจำเนื้อหาได้ดี ถ้าหากมีการจัดระบบลำดับของเนื้อหาให้เหมาะสม สัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำงัด (Meaningful Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้น คือ การให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ บนพื้นฐานของความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม รวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นจึงต้องหาเทคนิคกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความใหม่ และหาวิธีทำให้ความรู้ใหม่กระจำงัดเท่าที่ทำได้ เทคนิคการใช้ภาพเปรียบเทียบเทคนิคการให้ตัวอย่าง และเทคนิคการให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ช่วยทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบเข้าใจความคิดรวบยอดได้ดีขึ้น หรืออาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยออกแบบบทเรียนให้ชี้จุดกว้าง ๆ แล้วให้แคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้ ใช้การพูดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด มีข้อที่ควรคำนึงถึงในขั้นนี้ คือ

1. แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่ามี ความสัมพันธ์กับสิ่งใหม่อย่างไร

2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือ มีประสบการณ์มาแล้ว

3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป (เพื่อช่วยอธิบาย *Concept* ใหม่ให้ ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด)

4. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง (เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ใ้คุณภาพกระป๋องน้ำ งาน ชาม แก้วน้ำ แล้วบอกว่าไม่ใช่ถ้วย)

5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็น เนื้อหาที่ไม่ยากนักให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม

6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (*Elicit Responses*)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลาย ๆ ทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้จะไม่มีประสิทธิภาพ เกิดจากการเรียงลำดับข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหา การถามตอบในด้านการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้ที่เรียนที่อ่านหรือคิดลอกข้อความจากผู้อื่น เพียงอย่างเดียว

คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลที่เป็นเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สามารถทำให้ ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมได้ในหลายลักษณะ ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย มีส่วนร่วมในการคิด การคิด นำหรือคิดตาม มีผลทำให้เกิดโครงสร้างของการจำดีขึ้น ควรให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียนทั้งบทเรียน

2. เป็นบางครั้งคราวตามความเหมาะสม ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบ หรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกร้องความสนใจ

3. ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

4. ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม

5. ไร่้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม

6. ไม่ควรตั้งคำถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวให้ตอบหลาย คำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้คำถามแบบเลือกคำตอบ

7. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เมื่อทำผิด เมื่อผิดซ้ำสองครั้ง ควรจะให้ *Feedback* และเปลี่ยนกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

8. การตอบสนองที่ผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัวอักษรที่คล้าย ๆ กัน หรือการเว้นวรรคยาวเกินไป หรือในการพิมพ์อาจขาดหายไปบ้าง บางครั้งควรอนุโลม

9. ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถามและ *Feedback* ควรจะอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (*Provide Feedback*)

การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะกระตุ้นความสนใจผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เล่นด้วยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ *Feedback* บอกว่าขณะนี้ผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ *Feedback* เป็นภาพจะช่วยให้เร้าความสนใจยิ่งขึ้น ถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหา อย่างไรก็ตามการให้ *Feedback* เป็นภาพ อาจมีผลเสียอยู่บ้าง ตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการรู้ว่าการทำผิดมาก ๆ จะเกิดอะไรขึ้น ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น การลอยของบอลลูก เรือแล่นเข้าหาฝั่ง และจะไปถึงจุดมุ่งหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น ตอบผิดจะไม่เกิดผลอะไร

หลักการต่อไปนี้เป็นคำแนะนำในการให้ *Feedback*

1. ให้ *Feedback* ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
3. แสดงคำถาม คำตอบ *Feedback* บนเฟรมเดียวกัน
4. ใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่เร้าใจตื่นตาในกรณีที่ตอบผิด
6. อาจใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้

จริง ๆ

7. ใช้ระดับเสียงสูงสำหรับคำตอบที่ถูก และเสียงต่ำหากตอบผิด
8. ค่าเฉลี่ยที่ตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง
9. ใช้การให้คะแนนหรือภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมาย
10. มีการสุ่มให้ *Feedback* เพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบความรู้ (*Assess Performance*)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อ

เก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป หรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าว นอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วย ข้อสอบจึงควรเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้มีดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ข้อทดสอบ คำตอบและ *Feedback* อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
3. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์
4. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละเฟรม หากว่าใน 1 คำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม
5. บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด *T* ถ้าเห็นว่าถูกและกด *F* ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
6. บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ อย่างเช่น *Help Option*
7. คำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
8. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิด ถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น คำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด
9. อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม
10. ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นบรรทัด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้ (*Promote and Transfer*)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ กาย่ นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้ จะเป็นกิจกรรมการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนเคยรู้เคยเรียนมาแล้วอย่างไร
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ในการนำหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 9 ขั้นของกาเย่ ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับหรือข้อแนะนำทุกข้อสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบ เนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียนได้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โครงสร้างบทเรียน CAI โดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ แบบเส้นตรง (*Linear*) และแบบสาขา (*Branching*)

แบบเส้นตรง

โครงสร้างบทเรียน CAI แบบเส้นตรงมีรูปแบบคล้ายกับบทเรียนแบบโปรแกรมการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกจะนำเสนอเรียงต่อกันไป เมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วผู้เรียนจะศึกษากรอบ เนื้อหาต่าง ๆ เป็นลำดับ จากง่ายไปหายากตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ผู้ออกแบบอาจประเมินการเรียนรู้โดยแทรกกรอบคำถามหรือแบบฝึกหัดเป็นช่วง สั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่า ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในกรอบแรกก่อนที่จะศึกษาในกรอบต่อไป โครงสร้างแบบเส้นตรงนี้ จะไม่ค่อยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนทุกคนจะศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเป็นลำดับขั้นตอนเดียวกันทั้งหมด

แบบสาขา

โครงสร้างบทเรียนแบบสาขา ให้การยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนได้อย่างหลากหลายตามความสนใจ ผู้ออกแบบทดสอบพื้นความรู้ ผู้เรียนด้วยข้อสอบวัดระดับความรู้ (*Placement test*) เพื่อกำหนดระดับความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนที่ออกแบบไว้ การออกแบบเฟรมเสริมเนื้อหาเพื่ออธิบาย ยกตัวอย่างให้คำแนะนำ หรือแสดงผลป้อนกลับที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้น แสวงหา หรือเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถนำผู้เรียนไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการได้

โครงสร้างการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขาได้แยกออกเป็นหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1. แบบซ้ำกรอบเดิม (*Linear format with repetition*) บทเรียนแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบแนวเส้นตรง ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหาให้ผู้เรียนได้ฝึก ถ้าทำได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจะผ่านไปเรียนในเรื่องต่อไป ถ้าไม่ผ่านจะให้กลับไปศึกษาเรื่องเดิมอีก แบบนี้จะเหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด เกมประกอบการเรียน สถานการณ์จำลอง

2. แบบทดสอบก่อนข้ามกรอบ (*Pretest and skip format*) บทเรียนในลักษณะนี้จะทำการทดสอบความรู้ก่อนเรียน ถ้าผ่านจะให้ไปเรียนเนื้อหาในจุดประสงค์อื่น ๆ เป็นการฝึกแนวคิด ความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยถ้าผู้เรียนมีความรู้เข้าใจในเรื่องที่จะเรียนแล้ว ก็สามารถข้ามไปเรียนเนื้อหาอื่น ๆ ได้เลย โดยไม่ต้องศึกษาซ้ำในเรื่องที่มีความรู้มากอยู่แล้ว บทเรียนประเภทนี้เหมาะสมกับประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและแบบฝึกหัด เกมประกอบการเรียน สถานการณ์จำลอง

3. แบบข้ามและย้อนกรอบ (*Gates frames*) โครงสร้างลักษณะนี้กำหนดให้ผู้เรียนไปเรียนตามกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ผู้เรียนได้รับ ผู้เรียนอาจข้ามกรอบของเนื้อหาหรือกลับไปศึกษาในกรอบเก่าได้ เมื่อมีความรู้ในกรอบนี้คืออยู่แล้วหรือเกิดความไม่เข้าใจในกรอบต่าง ๆ ได้ โครงสร้างแบบนี้เหมาะสมที่จะใช้กับประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด เกมประกอบการเรียน สถานการณ์จำลอง

4. แบบเส้นทางเดินหลายทาง (*Secondary tracks*) ในแต่ละกรอบของเนื้อหาในแต่ละเส้นทาง โดยแตกต่างกันที่รายละเอียดของเนื้อหาเล็กน้อยแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความต้องการของตนเอง โครงสร้างแบบนี้เหมาะสมกับประเภทหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย

5. แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (*Single remedial branch*) บทเรียนลักษณะนี้จะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหาแล้วต่อด้วยกรอบคำถามที่ใช้ทดสอบผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับ *Feedback* ในทางบวกและถ้าตอบผิด จะให้กลับไปเรียนในกรอบซ่อมเสริมแล้วกลับมาทำแบบทดสอบใหม่จนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด เหมาะสมกับประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด

6. แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (*Remedial loops*) ต่างจากแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยวที่มีกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว แต่แบบนี้จะมีกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกัน เช่น บทเรียนย่อย ๆ เพื่อให้ความรู้เสริมกับผู้เรียนอีกในกรณีที่ผู้เรียนยังขาดความรู้ในบางเรื่อง และจะส่งกลับมาหา กรอบเดิมหลังจากพิจารณาเพิ่มเติมแล้วเหมาะสมที่จะใช้กับบทเรียนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝน และฝึกหัด

7. แบบแตกกิ่งคู่ (*Branching frame sequence*) ประกอบด้วย เนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านต่อไปในกรอบเนื้อหาข้างหน้า โดยแบบคำตอบในแบบทดสอบเป็นตัวกำหนดว่าผู้เรียนควรจะศึกษาเพิ่มเติมในกรอบใด ในกรณีที่เป็นคำตอบที่ผิด ถ้าเป็นคำตอบที่ถูกจะให้ไปศึกษาในเนื้อหากรอบต่อไป เหมาะที่จะใช้กับบทเรียนประเภททบทวนความรู้ การฝึกฝนและฝึกหัด สถานการณ์จำลอง

8. แบบกิ่งประกอบ (*Compound branches*) บทเรียนแบบนี้ จะใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนหรือสถานการณ์แก้ปัญหา จะมีคำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ จะใช้คำตอบเป็นตัวกำหนดให้ผู้เรียนไปสู่เนื้อหาใด ตามความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

จะเห็นได้ว่าลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีลักษณะหลัก คือ แบบเส้นตรง และแบบแตกกิ่ง ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และผู้เรียน อาจมีการนำมาประยุกต์หรือบูรณาการขึ้นเพื่อใช้ก็ได้ โดยมีจำเป็นต้องยึดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียนรู้ที่จะเกิดกับผู้เรียนให้มากที่สุด

ข้อดีและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฮอล (*Hall 1982 : 362*, อ้างถึงใน เอษณะ สัจจสวัสดิ์ 2538 : 10) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอาไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอน ทำให้ครูมีเวลาปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อผู้เรียน ทำให้ครูมีเวลาสนใจเด็กเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้น
3. ครูมีเวลาศึกษาดำรง คำนวณวิจัยและพัฒนาความสามารถให้มากขึ้น
4. ช่วยลดเวลาเรียนการสอนในห้องเรียน สำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โครงการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียน เป็นการฝึกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ให้โอกาสครูในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรม สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา

สโตลูโรว (*Stolurow 1971 : 390-400*, อ้างถึงใน เอษณะ สัจจสวัสดิ์ 2538 : 11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผู้เรียนไว้ว่า

1. ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนตามปกติ ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนได้ตามความพร้อมของเวลาที่สะดวก โดยมีต้องมีใครมาบังคับให้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนเร็วหรือช้าตามความพร้อมของเวลาที่สะดวก โดยมีต้องมีใครมาบังคับให้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนเร็วหรือช้าตามความสามารถของตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยมีต้องเรียนในชั้นเรียนก็ได้

2. เป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าหลาย ๆ วิธีที่สอนตามปกติ
3. เป็นตัวเตอร์ส่วนตัวของผู้เรียน
4. เป็นตัวประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน
5. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ *Active learning*

ทำให้รู้จักการแก้ปัญหา รู้จักคิดได้มากกว่าการเรียนการสอนตามปกติ

อรพรรณ พรสีมา (2530 : 87-88) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน
2. ศักยภาพของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ตัวเสริมทำให้คอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลด้านเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่มีชีวิตชีวาได้คล้ายความจริง เป็นการส่งเสริมจูงใจให้ผู้เรียนมั่นใจในบทเรียนมากขึ้น
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเร็วในการโต้ตอบกับผู้เรียนในทันที เกิดความพึงพอใจเสริมแรงให้กับผู้เรียนได้
4. สามารถเก็บข้อมูลของผู้เรียนได้ ทั้งคะแนนจากการทดสอบ วันเวลา หน้าที่ผู้เรียนได้ศึกษาไปถึงได้
5. โปรแกรมได้ถูกกำหนดไว้ให้คงทน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาที่เป็นส่วนตัวในการเรียนได้ที่บ้านเป็นการสร้างบรรยากาศและทัศนคติที่ดีต่อผู้เรียน โดยเฉพาะกับคนที่เรียนไปได้ช้า
6. สามารถนำมาจัดการศึกษารายบุคคลที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ สามารถแสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนให้เห็นได้ด้วยตนเอง
7. ช่วยทำให้ครูสามารถควบคุมชั้นเรียนได้สะดวกขึ้น เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลและนำข้อมูลออกมาใช้ได้สะดวก เป็นการที่ครูควบคุมชั้นเรียนอย่างใกล้ชิดเป็นรายบุคคล

सानิตย์ กายาผาด ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอาไว้ว่า (सानิตย์ กายาผาด 2539 ,อ้างถึงใน ปริธา ชกัตตยาพงษ์ 2544 : 1-3)

1. ไม่ต้องลงทุนซื้อวัสดุต่าง ๆ เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต เป็นการผลิตแผ่นภาพโปรงใสต้องมีแผ่นภาพโปรงใส ปากกา กรอบ เทปขาว เป็นต้น แต่การผลิตสื่อด้วยคอมพิวเตอร์ครุมีความคิดในการออกแบบก็สามารถสร้างได้ โดยอาศัยโปรแกรมต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์เข้าช่วย จึงทำให้ประหยัดค่าวัสดุลงได้
2. มีความสะดวกในการผลิตภาพ ตัวอักษร เสียงบรรยายเสียงประกอบได้สะดวกมากขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์มีโปรแกรมต่าง ๆ เช่น โปรแกรมตกแต่งภาพตัวอักษร โปรแกรมบันทึกเสียงตัดต่อเสียง ทำให้ครูทำงานสะดวกมากขึ้น
3. ช่วยประหยัดเวลา เพราะเมื่อสร้างเสร็จสามารถใช้งานได้ทันที

4. สามารถปรับปรุงงานใหม่ได้เสมอ แก้ไขง่าย เป็นการปรับปรุงสื่อที่สะดวก
5. เก็บรักษาสื่อที่เก็บในแผ่น *CD-Rom* ได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน
6. สามารถใช้เทคนิคนำเสนอได้มากมาย เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงประกอบที่ไพเราะ

7. คอมพิวเตอร์สามารถจำลองสถานการณ์ที่เป็นอันตรายหรือเกิดขึ้นได้มากในชีวิตประจำวันให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้

จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์มากมาย แต่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความจำเป็นทางด้านเนื้อหา ความพร้อมของผู้เรียน ความพร้อมของครู จึงจะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับวงการศึกษาย่างแท้จริง

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ คือ

1. คอมพิวเตอร์ถึงแม้จะมีศักยภาพสูงขึ้นในปัจจุบันแต่ก็ยังมีราคาสูงสำหรับที่จะจัดหามาใช้ ในการจัดหามาไว้ในสถานศึกษาหรือครอบครัวบางครอบครัวที่ยังมีปัญหาด้านการเรียนรู้ อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในการควบคุมดูแลการใช้ในสถานศึกษา
2. ยังขาดผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ในการใช้คอมพิวเตอร์และผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่าง ๆ
3. คอมพิวเตอร์ไม่รู้จักคิดนอกเหนือจากคำสั่งหรือโปรแกรมที่ตั้งเอาไว้ ทำให้ไม่สามารถพิจารณาคำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียนแต่ไม่ตรงกับที่เขียนคำสั่งเอาไว้เพราะถือว่าผิด
4. การที่ครูจะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ต้องใช้เวลาและเป็นภาระกับครูผู้สอนมาก
5. การโต้ตอบระหว่างคนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เป็นธรรมชาติ ผู้เรียนขาดปฏิสัมพันธ์กับสังคม

ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ต้องควรพิจารณาถึงความเหมาะสมกับความพร้อมของสถานศึกษา ครูผู้สอน ผู้เรียน ว่าเป็นอย่างไร เหมาะสมแค่ไหนที่จะทำการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษา เพราะบางครั้งเป็นการใช้เทคโนโลยีที่สิ้นเปลือง ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน บางครั้งการที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ สามารถใช้วิธีการสอนอื่น ๆ ที่ได้ผลดีกว่า

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพดีสามารถใช้งานให้เกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ จะต้องมีการวางแผนการสร้างที่ได้มาตรฐานต้องให้ความสำคัญทุก

กระบวนการ จึงทำให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้สอนแทนครูหรือใช้สื่อหลักหรือสื่อเสริมในการจัดการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้จำเป็นต้องได้สื่อที่มีคุณภาพเหมาะสม มีการนำเสนอในรูปแบบที่ดี เพื่อความถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์ในการผลิต การพัฒนาให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพนั้นควรมีขั้นตอนการผลิตตามแนวทางของ Alessi และ Trollip ที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (ถนอมพร เลาหงษ์แสง 2541 : 15)

1. ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ในขั้นนี้ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อหา ผู้เรียน เพื่อนำมาตั้งวัตถุประสงค์ โดยการรวบรวมข้อมูลระดมความคิด

1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (*Determine Goals and Objectives*) คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะใช้บทเรียนนี้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาเรื่องใด หลังจากเรียนบทเรียนแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทิศทางใด สามารถทำอะไรได้บ้าง และต้องพิจารณาถึงการประเมินผลผู้เรียนในรูปแบบใด เช่น คำถาม แบบทดสอบ ควรเป็นอย่างไร

2. รวบรวมข้อมูล (*Collect Resources*) เป็นการรวบรวมข้อมูล ในส่วนของเนื้อหา วิธีการออกแบบ การนำเสนอบทเรียน อาจใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รวมถึงเอกสาร ตำรา เป็นแหล่ง ข้อมูลก็ได้ หรือให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการทำกราฟิกที่จะใช้นำเสนอช่วยในการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากอักษรเป็นภาพหรือเป็นระบบดิจิทัล

3. เรียนรู้เนื้อหา (*Learn Content*) ผู้ออกแบบต้องรู้เนื้อหาโดยละเอียดหรือสามารถให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาดำเนินการทางด้านวิเคราะห์เนื้อหารวบรวมเนื้อหา

4. สร้างความคิด (*Generate Ideas*) คือ การระดมสมองเพื่อสร้างสรรค์แนวความคิดในด้านการนำเสนอ หรือเรื่องที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (*Design Instruction*) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ที่เป็นการกำหนดคุณค่าบทเรียนจะออกมาในลักษณะใด

1. ทวนความคิด (*Elimination of Ideas*) หลังจากระดมสมองแล้วนักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่าข้อใดน่าสนใจ โดยเริ่มจากนำความคิดที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ ออก และรวบรวมความคิดที่เป็นไปได้ มาพิจารณาถึงรายละเอียดและปรับปรุงแนวความคิดต่าง ๆ ให้ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้มากขึ้น

2. วิเคราะห์งานและแนวคิด (*Task and Concept Analysis*) การวิเคราะห์งานเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องรู้ การวิเคราะห์แนวคิดเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดอย่างละเอียด สิ่งที่ไม่จำเป็นไม่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนให้ตัดทิ้งไป เพื่อให้ได้เนื้อหาหรือบทเรียนที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้

3. การออกแบบบทเรียนขั้นแรก (*Preliminary lesson Description*) ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายมาผสมผสานให้กลมกลืน และออกแบบให้บทเรียนมีประสิทธิภาพภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น สอนเนื้อหาใหม่ การค้นพบ สถานการณ์จำลอง เป็นต้น ต้องให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมากที่สุด

4. ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (*Evaluation and revision of the design*) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการออกแบบบทเรียนอย่างมีระบบ โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เรียนนั่นเอง

3. ขั้นตอนการเขียนผังงาน (*Flow chart lesson*) ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นการนำเสนอขั้นตอนโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรเขียนผังงานให้ละเอียด เพื่อจะได้เกิดความชัดเจนในโครงสร้างของโปรแกรม โดยเฉพาะบทเรียนที่เป็นเกมการจำลองสถานการณ์

4. ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (*Create storyboard*) เป็นขั้นตอนที่เตรียมการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นภาพข้อความหรือรูปแบบต่าง ๆ ของมัลติมีเดียลงบนกระดาษ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอบนจอภาพ ต้องมีการประเมินคุณภาพความถูกต้องเหมาะสมจากทีมงาน เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เพื่อให้ได้เนื้อหา วิธีการที่ครบถ้วน

5. ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (*Program lesson*) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลที่ออกแบบไว้ในสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคำสั่งต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้แสดงผลมาทางจอภาพ ลำโพง หรือรูปภาพต่าง ๆ ให้ตรงกับความต้องการที่เขียนเอาไว้ในสตอรี่บอร์ด

6. ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (*Produce Supporting Materials*) เอกสารประกอบการเรียน แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือครูผู้สอน คู่มือสำหรับการแก้ปัญหาทางเทคนิค เอกสารประกอบเพิ่มเติมเช่นในงาน ข้อมูลการติดตั้งโปรแกรม เพื่อใช้งานการเข้าไปดูข้อมูลผู้เรียนจากการทดสอบ

7. ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (*Evaluate and Revise*) ในช่วงสุดท้ายเป็นการประเมินบทเรียน และเอกสารประกอบทั้งหมด โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอ และการทำงานของบทเรียน ควรให้ผู้ที่มีความชำนาญและเชี่ยวชาญ ในแต่ละด้านเป็น

ผู้ประเมิน เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นแบบ 1 : 1 กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ จึงจะเป็นการประเมินที่สมบูรณ์สามารถทำให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ มาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้บทเรียนมีคุณภาพเหมาะสมที่จะให้สามารถนำไปใช้ต่อไปในอนาคต การประเมินสื่อมัลติมีเดีย เพื่อการศึกษาในด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผู้ที่รับผิดชอบ คือ กรมวิชาการ ได้มีคณะกรรมการพิจารณาประเมินสื่อในด้านนี้อย่างชัดเจน สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการวัดคุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย เพื่อการศึกษาได้เป็นอย่างดี และสามารถเชื่อถือได้ โดยมีรายละเอียดของการประเมินคุณภาพ ดังนี้ (เยาวลักษณ์ เตียรณบรรจง 2544 :192-202)

1. ส่วนนำของบทเรียน ได้รับความสนใจ มีข้อมูลพื้นฐานบทเรียนที่จำเป็น มีเส้นทางการเดินของบทเรียนเหมาะสม
2. ส่วนเนื้อหาสาระของบทเรียน พิจารณาด้านโครงสร้างเนื้อหาที่ชัดเจน มีความกว้าง ความลึก ความถูกต้อง ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ความสัมพันธ์ต่อเนื่อง ความยากง่ายเหมาะสม ความถูกต้องของการใช้ภาษา การสื่อความหมายชัดเจน เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ไม่ขัดต่อคุณธรรม จริยธรรมและความมั่นคงของชาติ
3. ส่วนการออกแบบระบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสม ออกแบบด้วยการคิดเชิงตรรกะที่ดี พัฒนาการคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ควบคุมลำดับเนื้อหาบทเรียนได้ มีกลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ
4. ส่วนประกอบมัลติมีเดีย การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้กราฟิก ภาพประกอบ ขนาดสี ตัวอักษร เสียงดนตรี ชัดเจนและเหมาะสม บทเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถควบคุมเส้นทางการเดินของบทเรียน และการให้ผลป้อนกลับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม
5. ส่วนปฏิสัมพันธ์ ออกแบบให้ใช้ง่าย สะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนสม่ำเสมอ ควบคุมเส้นทางการเดินบนบทเรียนได้ชัดเจนเหมาะสม ให้ผลป้อนกลับที่ให้ความรู้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนผู้สอนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้
6. ส่วนประเมินการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ ความยากง่ายเหมาะสม ส่งเสริมทักษะการคิดการประยุกต์ใช้ มีรูปแบบหลากหลาย และมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้ และสามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้
7. องค์ประกอบทั่วไป คิดค้นง่ายสะดวกเหมาะสมกับฮาร์ดแวร์ในปัจจุบัน

ระดับการประเมิน

ในการประเมินได้กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และยังต้องปรับปรุง

ดีมาก หมายถึง นำเสนอได้สมบูรณ์ทุกองค์ประกอบ ตรงตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรมส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ได้อย่างดี ตลอดจนมีเจตคติที่ดีมากต่อวิชาที่เรียน

ดี หมายถึง นำเสนอได้ตามองค์ประกอบ ตรงวัตถุประสงค์ของโปรแกรม ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อรายวิชา

พอใช้ หมายถึง นำเสนอได้ตามองค์ประกอบ ตรงวัตถุประสงค์ของโปรแกรม ส่งเสริมการเรียนรู้ สร้างเจตคติที่ดี มีข้อบกพร่องบ้าง แต่ไม่เป็นประเด็นสำคัญ และไม่มีผลเสียต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ยังต้องปรับปรุง หมายถึง นำเสนอได้ตามองค์ประกอบ แต่ยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วนและมีข้อบกพร่องที่มีผลเสียต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และ/หรือไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไข

เงื่อนไขการประเมิน

1. ส่วนเนื้อหาสาระของบทเรียน องค์ประกอบย่อยของรายการประเมินที่ต้องได้รับการประเมินในระดับดี หรือดีมาก คือ

1. ความถูกต้องตามหลักวิชา
2. ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติ และคุณธรรม จริยธรรม
3. การใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม

2. องค์ประกอบย่อยของแต่ละองค์ประกอบยกเว้นในข้อ 1 ต้องได้ระดับการประเมิน พอใช้ ดี ดีมาก อย่างใดอย่างหนึ่ง

3. หากพบว่ามีข้อผิดพลาด (*bug*) ที่มีผลต่อการใช้โปรแกรมจะไม่พิจารณาให้ผ่านการประเมิน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อามัด ไยนิ คาโอะ(2541:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสงธรรมวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาของนักเรียนหลังจากเรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนส่วนใหญ่เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือในการที่จะช่วยพัฒนาการเรียนและสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนเอง

อดิพล มูลอามตย์ (2544:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเลขยกกำลัง วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78/78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และค่าดัชนีประสิทธิผลอยู่ในระดับ .60 ซึ่งสูงกว่าดัชนีประสิทธิผล .50 ที่ตั้งไว้

กู่เกียรติ แสงสวิทย์ (2545:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อัสวชัย ลีมเจริญ (2546:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์และการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

ปริญญา พลอาสา (2546: บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่ององค์ประกอบทัศนศิลป์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนเป็นกลุ่มแบบ TAI โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่ม TAI มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.15/81.13 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .066 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่ม TAI มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำรง ัญญะผล (2546:49) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 014) เรื่องเวกเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.69/75.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ (ค 014) เรื่องเวกเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สาคร ปั่นแอ (2547:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดดอนตลุง จังหวัดราชบุรี พบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ก่อนจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนผลการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มเกี่ยวกับการวางแผนและการตกลงเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของสมาชิกในกลุ่ม มีการปฏิบัติมากที่สุด และนักเรียนเห็นด้วยต่อวิธีการสอนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมาก โดยมีความคิดว่าวิธีสอนนี้สามารถช่วยฝึกการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและรู้จักยกย่องชมเชยผู้ที่มีความสามารถมากที่สุดและช่วยทำให้วิชาคณิตศาสตร์มีความน่าสนใจ

พนิดา บัวมณี (2549:81-82) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมวิทาลัย ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.74/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับดี

นารณาริ อินณะสอน(2550: 95-97) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเรื่องคำและชนิดของคำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI กับการสอนแบบปกติ โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีการเรียนแบบ

ร่วมมือ เทคนิค TAI ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่อการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค TAI พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค TAI

งานวิจัยในต่างประเทศ

ไวส์ (Wise 1984 : 2432-A) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติของนักเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ เกรด 9 รัฐจอร์เจีย ในสหรัฐอเมริกา 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องถูกสุ่มให้เลือกรูปแบบการเรียนการสอนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

1. ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนฝึกปฏิบัติ
2. ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังฝึกปฏิบัติ
3. วิธีการเรียนการสอนตามปกติ

ผลปรากฏว่าทั้งกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนฝึกปฏิบัติ และกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังฝึกปฏิบัติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยวิธีการปกติ และแต่ละกลุ่มที่ทำวิจัยมีเจตคติวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกที่สูงกว่า

เทอเนอร์ (Turner 1986 : 135) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินเกี่ยวกับผลของการเรียนเป็นคู่ของนักเรียนในการเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 3 และระดับ 4 จำนวน 275 คนแบ่งตัวอย่างประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 นักเรียนทำงานและฝึกปฏิบัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คนต่อ 1 เครื่อง

กลุ่มที่ 2 นักเรียนทำงานและฝึกปฏิบัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คนต่อ 1 เครื่อง

กลุ่มที่ 3 นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติและฝึกปฏิบัติบนกระดานฝึกหัด ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 15 นาทีต่อวัน ตลอดภาคเรียนฤดูใบไม้ร่วง ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ฝึกปฏิบัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คนต่อ 1 เครื่อง สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างประชากรที่ไม่ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ฝึกปฏิบัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3. กลุ่มตัวอย่างที่เรียนเป็นคู่มีความกังวลใจและความเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนคนเดียวบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วอร์ด (Ward 1987 : 2977-4) ได้วิจัยเปรียบเทียบการฝึกทักษะ (Drill and Practice) โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติที่มีต่อการรู้ศัพท์ และทัศนคติที่มีต่อการสอนอ่านของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 4, 5 และ 6 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ คือ

1. กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ จากการทดสอบศัพท์อย่างมีนัยสำคัญ
2. มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างการฝึกทักษะด้านศัพท์กับความสามารถทางการอ่าน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนของเพศชายกับเพศหญิง
3. ทางด้านทัศนคติต่อการสอนอ่าน นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีทัศนคติทางบวกมากกว่าที่เรียนจากการสอนปกติ
4. ไม่มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการฝึกทักษะกับเพศ หรือการฝึกทักษะกับความสามารถ

สแตนตัน ดานา กอร์ดอน (Stanton Dana Gordon 1993 อ้างถึงในวาสนา ศรีอักษรลาภ 2539 : 46) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ ในการพัฒนาฝึกรอบมออาชีพ โดยในการวิจัยได้เปรียบเทียบการสอนโดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนโดยบรรยาย พบว่า การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าสอนแบบบรรยาย โดยเฉพาะการสอนเนื้อหาที่ซับซ้อน ยากแก่การอธิบาย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใส่เนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพสี และบทเรียนในลักษณะ *Hypertext* ได้

Slavin (1984) ได้สรุปการศึกษากลุ่มผู้เรียนที่ให้ความช่วยเหลือร่วมมือกันแบบ (TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION :TAI) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้และใช้ทักษะความสามารถเฉพาะบุคคลเข้าด้วยกันเพื่ออยู่ในสังคมและสามารถที่จะศึกษาได้อย่างดี (TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION :TAI) ได้ปรับปรุงแก้ไขบทบาททางสังคมให้ดีขึ้นรวมทั้งพฤติกรรมของบุคคลทางการศึกษาก็ดีขึ้นด้วยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามปกติ

Cohen, Elizabeth G. (1994) ได้ศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดชั้นเรียนแบบกลุ่มเล็ก ซึ่งเน้นที่การร่วมมือกันเรียนรู้ จุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ตัวอย่างผลงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ งานของ Sharan (1980) Slavin (1983) Vedder (1985) Bossert (1988) เป็นต้น ผลการวิจัยส่วนใหญ่

สอดคล้องกัน กล่าวสรุปรวมได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน เพราะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยลดความขัดแย้งและการแข่งขันของสมาชิกในห้องเรียนรวมทั้งก่อให้เกิดแรงจูงใจภายในที่จะเรียนรู้

คูเรน (Duren. 1992) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนด้วยการฝึกปฏิบัติโดยอิสระ ในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการฝึกปฏิบัติโดยอิสระ

รอส (Ross. 1995) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์และการเรียนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ใช้การเรียนตามปกติ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับ การสอนแบบร่วมมือจะได้ผลดี ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ถ้าสามารถทำให้นักเรียนได้พัฒนาผลการเรียนทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัยและด้านสังคมแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดี และมีความคงทนในการเรียน ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมาเป็นส่วนประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (*Experimental Research*) มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริดารามวิทยาคม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนโรงเรียนปริดารามวิทยาคม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้อง จำนวน 35 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) แผนการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 4) แบบประเมินการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 5) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการเรียนแบบร่วมมือ

1.1. ชั้นเตรียมเอกสารด้านวิชาการ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ

1.2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 พุทธศักราช 2544 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องจำนวนจริง

1.3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ วิธีการเขียนแผนการเรียนรู้ ลักษณะการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ

1.4. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

1.5. การจัดทำแผนการเรียนแบบร่วมมือ ดำเนินการดังนี้

1.5.1. กำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้และสร้างแผนการเรียนแบบร่วมมือ (ดังภาคผนวก ก)

1.6. นำแผนการเรียนแบบร่วมมือที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน และด้านการเขียนแผนการเรียนแบบร่วมมือ 3 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก) ผลการประเมินอยู่ในระดับดี $\bar{x}=4.00, S.D.=0.52$ (รายละเอียดการประเมินแสดงในภาคผนวก ค) และแก้ไขปรับปรุงในรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. ในขั้นตอนที่ 5.2 ขั้นตอนการสอนในห้องเรียน ควรปรับเปลี่ยน คำว่า “นักเรียน” เป็น “แต่ละกลุ่ม” เนื่องจากได้แบ่งกลุ่มนักเรียน และมีการเรียนเป็นกลุ่ม

2. การวัดความรู้หลังเรียนใช้เกณฑ์การประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 นั้นไม่สัมพันธ์กับแผนการเรียนที่ 2-9 และการหาค่า E_1/E_2 ที่ตั้งไว้ 75/75

3. แบบตัวอักษรที่ใช้ทางคณิตศาสตร์มีความหลากหลายควรใช้แบบเดียวกัน

4. เวลาที่ใช้ในบางกิจกรรม บางแผนไม่สัมพันธ์กับเนื้อหา

1.7. ปรับปรุงแผนการเรียนแบบร่วมมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8. นำแผนการเรียนแบบร่วมมือไปทดลองใช้จริง แสดงแผนการเรียนแบบร่วมมือ ใน(ภาคผนวก ค)

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีกำหนดชั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 วิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2544 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง กำหนดเกณฑ์ในการทดสอบให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4 กำหนดวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของบทเรียน กำหนดเนื้อหา รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเกณฑ์การทดสอบ

2.5 ออกแบบการนำเสนอบทเรียน *Story Board* เพื่อเป็นการสร้างแนวทางและรูปแบบในการสร้าง รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

2.6 นำโครงร่างบทเรียนที่ได้สร้างขึ้น ไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในการออกแบบโปรแกรมเพื่อนำข้อสรุปมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

2.7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์

2.8 นำบทเรียนที่ได้สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ประเมินคุณภาพสื่อโดยใช้แบบประเมินของกรมวิชาการ ผลการประเมินอยู่ในระดับดี $\bar{x} = 3.67$, S.D. = 0.57 (รายละเอียดการประเมินแสดงในภาคผนวก ง) และแก้ไขปรับปรุงในรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนนำของบทเรียน

1.1 มีการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และศิลปะ

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง ควรเน้นข้อความที่น่าสนใจ

2. ส่วนเนื้อหาของบทเรียน

2.1 เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เนื้อหาของบทเรียนครบทุกสาระ

2.3 ควรปรับตัวอักษรแบบเดียวกัน ขนาดเดียวกัน

2.4 เฟรมที่ 4/6 หน่วยที่ 4 สัญลักษณ์วงกลมแทนช่วงเปิดควรเป็นวงกลม
สีดำ ข้างในโปร่ง

3. การใช้ภาษา

3.1 ใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน สนับสนุนซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้
ได้เร็วขึ้น

3.2 มีเสียงคำบรรยายประกอบที่ชัดเจน

4. การออกแบบระบบการสอน

4.1 การออกแบบการสอนด้วยโครงเรื่องที่เข้าใจง่าย ตอบสนองความ
แตกต่างของผู้เรียน

4.2 การจัดวางภาพ วางตัวอักษร วางเนื้อหา ควรให้เหมือนกัน

4.3 คำว่าแบบทดสอบก่อนเรียน ให้ใช้แบบตัวอักษรธรรมดาจะได้ดูง่าย

4.4 ปรับตัว t ให้เปลี่ยนเป็นตัว M จะได้ตรงวิชาคณิตศาสตร์

4.5 คำว่าแบบฝึกหัดที่ 1 ให้เปลี่ยนเป็นแบบฝึกหน่วยที่ 1

4.6 สีของคำสั่ง และ หัวข้อควรใช้คนละสี คนละขนาด

4.7 เพิ่มใส่คำสั่งในแบบฝึกหัดให้ชัดเจน

4.8 เปลี่ยนจากคำว่าแบบทดสอบท้ายบทเรียน เป็นแบบทดสอบประจำหน่วย

5. ส่วนประกอบด้าน Multimedia

5.1 คนตรีที่ใช้ประกอบควรเป็นแบบอาคูสติค คือพวกซอ ระนาด ฯ

5.2 ทั้งภาพและเสียง สีและการเคลื่อนไหวกระตุ้นความสนใจได้ดี

5.3 การเสริมแรง ควรใช้การ์ตูนสีสดใส

6. การออกแบบปฏิสัมพันธ์

6.1 ผู้เรียนสามารถตอบโต้กับบทเรียนได้ตามต้องการ

6.2 เพิ่มคำเฉลยที่หลากหลายและควรเป็นการให้กำลังใจ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกมี
กำลังใจ เมื่อผู้เรียนตอบผิด

6.3 ในส่วนของแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน ใส่ข้อความเสริม เช่น
ขอให้โชคดี เป็นต้น

2.9 การดำเนินการหาประสิทธิภาพของสื่อมีขั้นตอนดังนี้

2.9.1 ขั้นทดลองรายบุคคล (Individual Tryout) กับนักเรียน จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยในระดับสูง (3.00-4.00) ปานกลาง (2.00-2.99) ต่ำ (1.00-1.99) ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแหลมบัววิทยา อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เพื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้ประสิทธิภาพ 67.71/68.89

ตารางที่ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การทดลองรายบุคคล

คนที่	คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ (E_1)				รวม (32)	คะแนน หลังเรียน (E_2) (30)
	หน่วยที่ 1 (8)	หน่วยที่ 2 (8)	หน่วยที่ 3 (8)	หน่วยที่ 4 (8)		
1	7	7	6	7	27	23
2	6	5	5	6	22	20
3	5	4	3	4	16	19
รวม	18	16	14	17	65	62
\bar{x}	6.00	5.33	4.67	5.67	21.67	20.67
S.D.	1.00	1.53	1.53	1.53	5.51	2.08
ร้อยละ	75.00	66.67	58.33	70.83		
$E_1=67.71$						$E_2=68.89$

จากการสังเกตหรือข้อเสนอแนะของนักเรียนเสนอว่า 1) เนื้อหาบางตอนยังไม่ชัดเจน 2) ควรปรับปรุงหน้าเมนูหลักและเมนูย่อย 3) ปรับเนื้อหาให้น่าสนใจ 4) ควรมีเกณฑ์ประเมินผล และคำอธิบายให้ชัดเจน ผู้ศึกษาได้นำไปแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งและได้นำไปทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

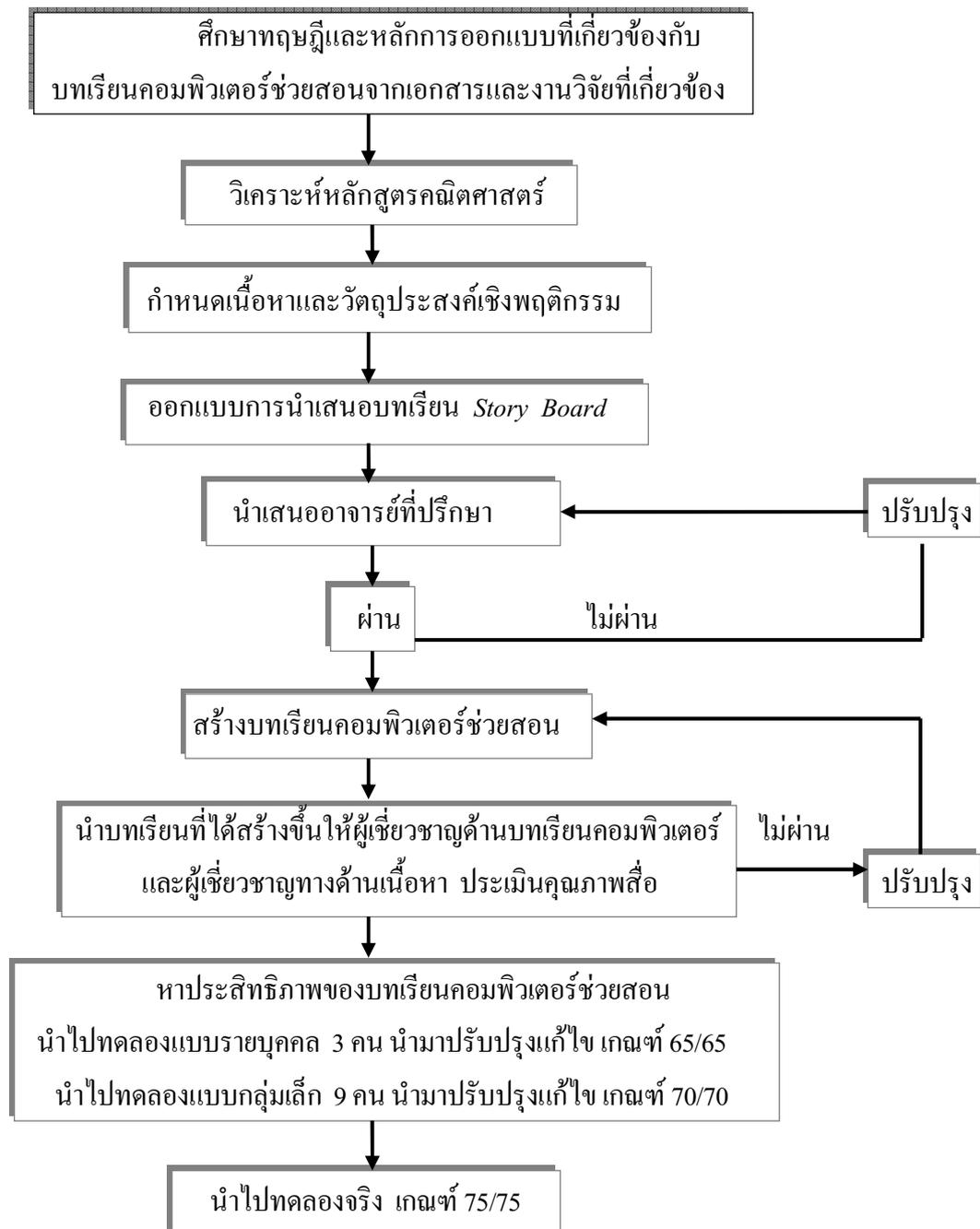
2.9.2 ชั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก โดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน เลือกนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยในระดับสูง(3.00-4.00) ปานกลาง(2.00-2.99) ต่ำ(1.00-1.99) กลุ่มละ 3 คนที่กำลังศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแหลมบัววิทยา อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เพื่อนำข้อบกพร่องทั้งหมดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งได้ประสิทธิภาพ 73.26/73.70

ตารางที่ 2 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การทดลองแบบกลุ่มเล็ก

คนที่	คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ (E_1)				รวม (32)	คะแนน หลังเรียน (E_2) (30)
	หน่วยที่ 1 (8)	หน่วยที่ 2 (8)	หน่วยที่ 3 (8)	หน่วยที่ 4 (8)		
1	8	7	6	8	29	26
2	8	8	7	7	30	27
3	7	7	7	7	28	25
4	6	6	6	6	24	23
5	6	5	6	6	23	22
6	6	6	5	5	22	21
7	5	5	4	5	19	20
8	4	5	5	4	18	18
9	5	4	5	4	18	17
รวม	55	53	51	52	211	199
\bar{x}	6.11	5.89	5.67	5.78	23.44	22.11
S.D.	1.36	1.27	1.00	1.39	4.69	3.48
ร้อยละ	76.39	73.61	70.83	72.22		
$E_1=73.26$						$E_2=73.70$

จากการสังเกตหรือข้อเสนอแนะของนักเรียนเสนอว่า 1) เนื้อหาในแต่ละหน่วย ควรมีสื่อสันทะและภาพประกอบที่น่าสนใจ 2) ควรมีการเสริมแรงด้วยคำชมเชยหรือให้คะแนนในแบบทดสอบ พร้อมทั้งเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ผู้ศึกษาได้นำไปแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งและได้นำไปทดลองครั้งที่ 3 ต่อไป

2.9.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม



แผนภูมิที่ 3 แสดงวิธีดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่บรรจุอยู่ในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการดำเนินการดังนี้

3.1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 พุทธศักราช 2544 คู่มือครูและหนังสือสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิธีการสร้างข้อสอบที่ดี จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ชาวาล แพร์ตกุล (2520:1-161)

3.2. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 50 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

3.4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) (เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา และสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเป็นไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543:248-249)

- +1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

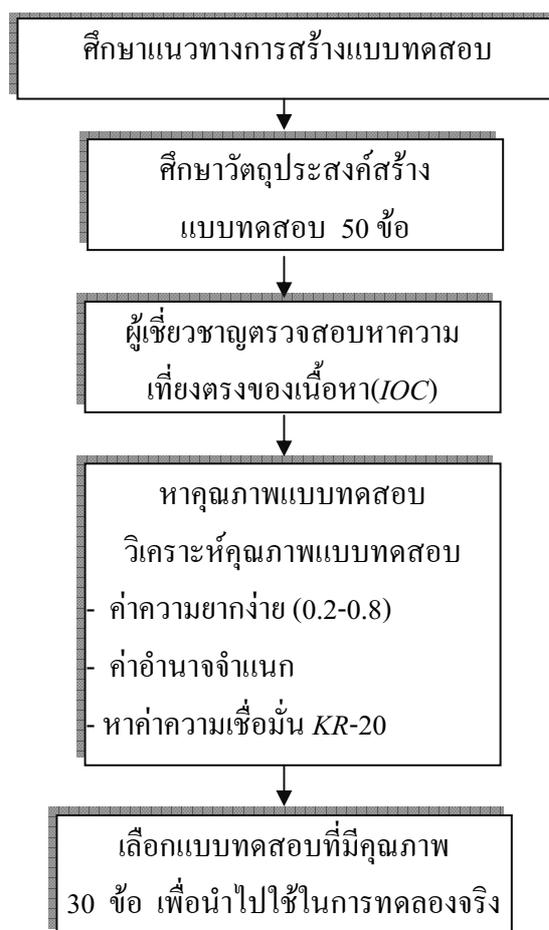
บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา หรือค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 รายละเอียดการประเมินแสดงในภาคผนวก ข โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 40 ข้อ

3.5. นำข้อสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน

3.6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)

3.7. คัดเลือกข้อที่เป็นไปตามที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 30 ข้อ นำมาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร $KR-20$ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .795 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

3.8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ในการทดลองจริง

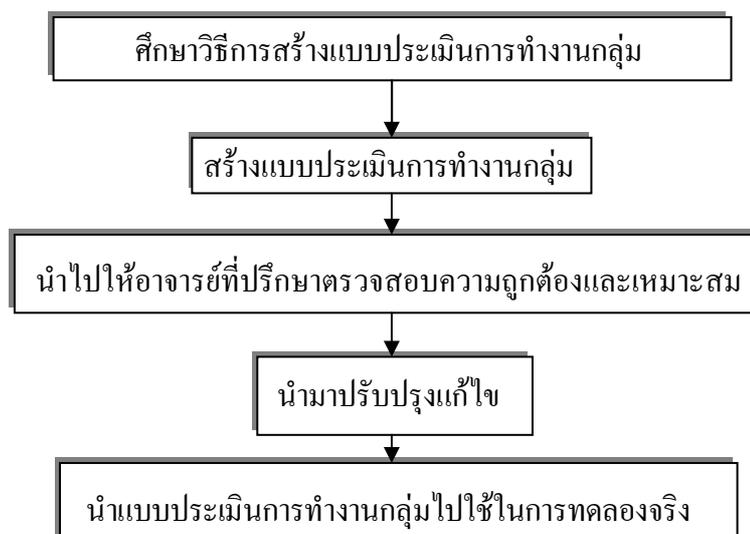


แผนภูมิที่ 4 แสดงวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

การสร้างแบบประเมินการทำงานกลุ่มโดยนักเรียนและครู ใช้ตามหลักแนวคิดของ จอห์นสันและจอห์นสัน ประเมินในด้านการให้ความช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น การถามและตอบ การรับผิดชอบต่องานในกลุ่ม การให้กำลังใจเพื่อนและการยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม แบบประเมินการทำงานกลุ่ม ประเมินโดยนักเรียนและครู เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) จำนวน 10 ข้อ สร้างตามลำดับดังนี้

- 4.1. ศึกษาเทคนิคและวิธีสร้างจากเอกสาร หนังสือและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการทำงานกลุ่ม
- 4.2. นำแบบประเมินการทำงานกลุ่มนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของคำถามและรูปแบบของภาษา
- 4.3. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
- 4.4. นำแบบประเมินการทำงานกลุ่มไปใช้ทดลองจริง (ภาคผนวก ฉ)



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการทำงานกลุ่ม

5. แบบสอบถามความคิดเห็น

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน มีดังนี้

5.1 ศึกษารูปแบบสอบถามความคิดเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ สร้างตามวิธีการของ ลิเกิร์ต (*Likert*) ด้วยวิธีการ *Arbitrary Method* 5 ระดับ คือ ความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ความคิดเห็นอยู่ในระดับพอใช้และความคิดเห็นอยู่ในระดับปรับปรุง มีจำนวน 20 ข้อ ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) โดยนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปวิเคราะห์เทียบกับคะแนนเฉลี่ยตามแนวคิดของเบสท์ (*Best*) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 -1.49 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 -2.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 2.51 -3.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

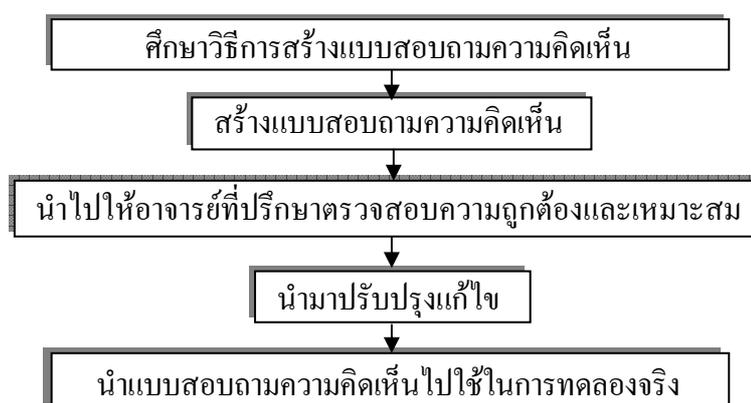
คะแนนเฉลี่ย 3.51 -4.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 4.51 -5.00 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

5.3 นำแบบสอบถามความคิดเห็นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของคำถามและรูปแบบของภาษา

5.4 นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้ในการทดลองจริง (ภาคผนวก ข)



แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบ *One group* โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริตารามวิทยาคม จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

ตารางที่ 3 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E_1	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E_1 แทน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

X แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

การเปรียบเทียบผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยร้อยละ

วิธีดำเนินการทดลอง

วิธีดำเนินการทดลองผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นก่อนทดลองสอนเป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมต่าง ๆ

สร้างเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม แบบสอบถามความคิดเห็น

2. ขั้นทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือตามแผนจัดการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 8 แผน เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ทดลองเมื่อ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยมีขั้นตอนตามวิธีสอนตามรูปแบบการสอนที่สอนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน และจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน โดยคะแนนความสามารถทางการเรียนในอัตราส่วน เก่ง กลาง อ่อน เป็น 1:2:1

ขั้นที่ 2 ขั้นนำและขั้นสอนบทเรียนตามหลักสูตร (*Curriculum Materials*) ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูสอนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง ด้วยบทเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ควบคู่กับเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ การศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*) ครูให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่กัน ทำแบบฝึกทักษะพร้อมกับการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 หน่วย โดยเริ่มจากหน่วยที่ 1 ก่อนคือนักเรียนช่วยกันตรวจคำตอบจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล การศึกษาเป็นกลุ่ม

4.1 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครบทุกตอนแล้วให้ทำแบบทดสอบย่อยจำนวน 8 ข้อ นักเรียนคนใดทำได้ ร้อยละ 75 ถือว่าผ่านเกณฑ์ ถ้าทำไม่ได้ไม่ถึงร้อยละ 75 ให้กลับทบทวนเนื้อหาพร้อมๆ กับการให้เพื่อนอธิบายแล้วทำแบบทดสอบอีกครั้ง

4.2 ถ้านักเรียนคนใดทำผ่านเกณฑ์ เพื่อนจะเป็นผู้ลงชื่อ กำกับถือว่าเป็นผู้ที่สามารถเรียนได้โดยผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

4.3 ความสำเร็จของกลุ่ม (*Team Scores and Team Recognition*) ครูแจ้งว่าเมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละสัปดาห์นำคะแนนสอบย่อยของแต่ละคนมารวมคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ครูทำการสรุปบทเรียนกับนักเรียนทั้งชั้นเมื่อจบแต่ละแผนจัดการเรียนรู้

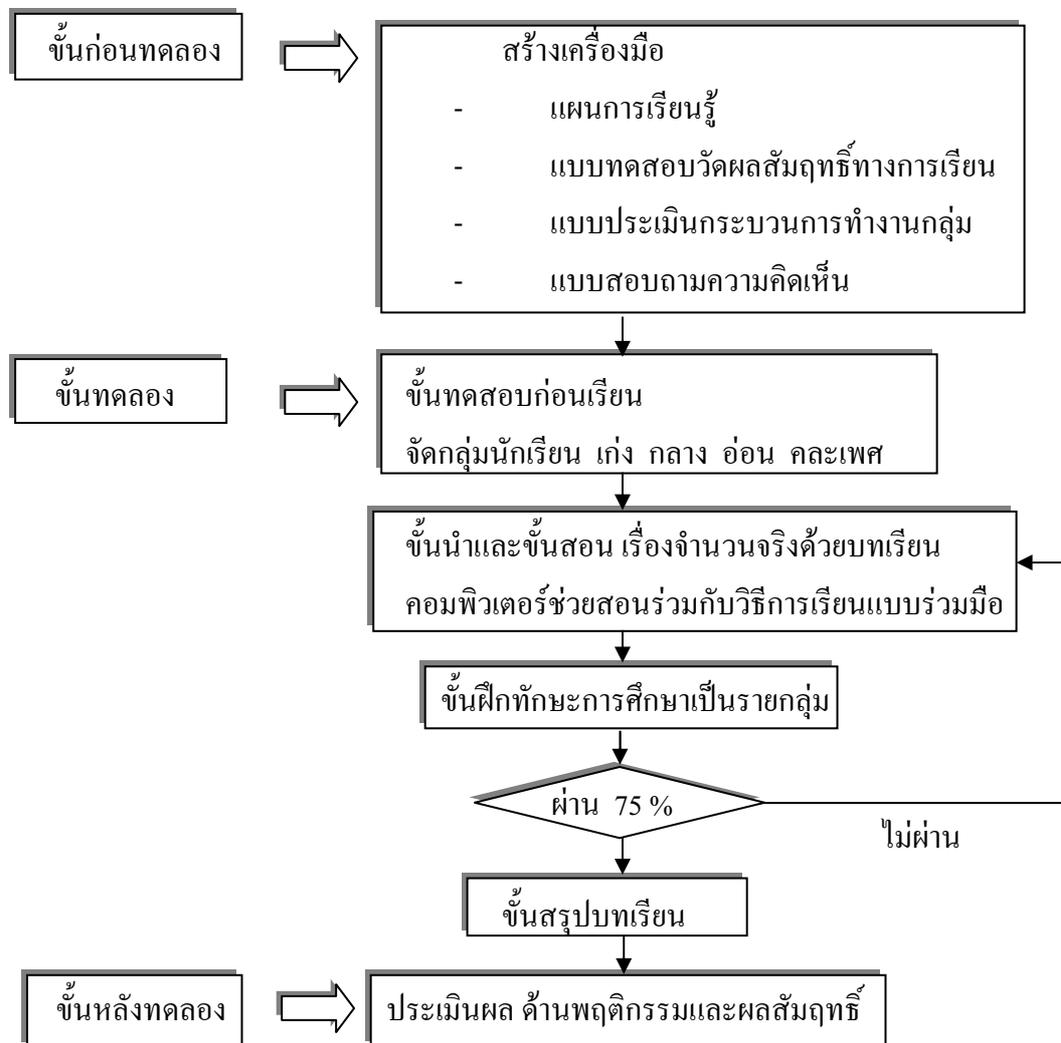
3. ขั้นหลังทดลอง

3.1 ผู้วิจัยนำแบบประเมินการทำงานกลุ่ม ประเมินโดยนักเรียนและครู ทุกแผนการเรียนรู้อันจำนวน 6 แผน และสรุป

3.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ไปทดสอบหลังเรียน

3.3 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

สำหรับการจัดการเรียนแบบร่วมมือกัน สามารถสรุปได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 7 ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง โดยใช้สูตร KR-20
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre test) และ หลังเรียน (Post test) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติร้อยละ
4. การประเมินการทำงานกลุ่มต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีเรียนแบบร่วมมือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
5. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีเรียนแบบร่วมมือ ใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (*Index of Consistency : IOC*) โดยใช้สูตรของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton 1977, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539:248-249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Hopkins and Antes 1985:249, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539:196)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) โดยใช้สูตร $r = \frac{P_H - P_L}{N/2}$;

เมื่อ P_H แทน สัดส่วนของกลุ่มเก่ง
 P_L แทน สัดส่วนของกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

4. ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยง (Reliability)

ใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$r = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r แทน คำนีความเที่ยงของแบบทดสอบ
 K แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ตอบถูก
 q แทน $1 - p$
 s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน

1.1 คะแนนเฉลี่ย (สายยศ และอังคณา สายยศ 2538:73)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(สายยศ และอังคณา สายยศ 2538:79)

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 x แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ E_1/E_2

(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2532: 495)

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

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละจากการทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของของกระบวนการคิดเป็นร้อยละจากการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริดาารามวิทยาคม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยขอรายงานผลการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าคะแนนร้อยละของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน

จำนวน นักเรียน (คน)	ระหว่างเรียน(E_1)		หลังเรียน(E_2)		E_1 / E_2
	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 32 คะแนน)	ร้อยละ	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 30 คะแนน)	ร้อยละ	
35	24.46	76.43	23.26	77.52	76.43/77.52

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียน 35 คน นักเรียนทำคะแนนระหว่างเรียนได้ $E_1 = 76.43$ และคะแนนสอบหลังเรียนได้ $E_2 = 77.52$ มีประสิทธิภาพ 76.43/77.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75/75 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการประเมิน	จำนวนคน	ค่าเฉลี่ย (เต็ม 30 คะแนน)	S.D.	ร้อยละ
ทดสอบก่อนเรียน	35	10.89	1.66	36.29
ทดสอบหลังเรียน	35	23.26	1.65	77.52

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการพัฒนาเป็นลำดับ ได้คะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.66 คิดเป็นร้อยละ 36.29 ได้คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 23.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 คิดเป็นร้อยละ 77.52 พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

จากตารางที่ 6 ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือประเมินโดยนักเรียนมี $\bar{x} = 4.12$ อยู่ในระดับดี และประเมินโดยครูผู้สอนมี $\bar{x} = 3.97$ อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ประเมินโดยครูผู้สอนและนักเรียน อยู่ในระดับดี โดยมี $\bar{x} = 4.05$, S.D. = 0.91 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตารางที่ 7 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

ข้อความ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.46	0.74	ดี	8
2. สามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้อีก	4.51	0.51	ดีมาก	7
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของตนเอง	4.46	0.56	ดี	8
4. ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะติดตามบทเรียนมากขึ้น	4.40	0.60	ดี	9
5. นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับบทเรียน	4.51	0.51	ดีมาก	7
6. นักเรียนมีอิสระในขณะที่เรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนชัดเจนขึ้น	4.51	0.56	ดีมาก	7
7. ดึงดูดความสนใจทำให้เกิดความตั้งใจในการเรียนและเรียนได้นาน	4.40	0.65	ดี	9
8. ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.51	0.51	ดีมาก	7
9. นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดเวลา	4.71	0.46	ดีมาก	3
10. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่คุ้มค่า	3.03	0.79	ปานกลาง	11
11. ต้องการเรียนด้วยบทเรียนลักษณะนี้ในเนื้อหาอื่น ๆ	4.54	0.51	ดีมาก	6
12. รู้สึกสับสนเมื่อมีการหมุนเวียนกันทำหน้าที่ต่าง ๆ ในกลุ่ม	3.17	0.86	ปานกลาง	10

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
13. การเรียนแบบร่วมมือทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความเห็นใจและช่วยเหลือกันมากขึ้นกว่าการเรียนแบบเดิม	4.63	0.49	ดีมาก	5
14. การเรียนแบบร่วมมือทำให้มีความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.69	0.47	ดีมาก	4
15. การได้รับความชื่นชมเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมหรือผลการปฏิบัติงานดี	4.71	0.46	ดีมาก	3
16. มีโอกาสแก้ตัวใหม่เมื่อคะแนนหรือผลการปฏิบัติงานไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้	4.74	0.44	ดีมาก	2
17. การได้รับการส่งเสริมทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนครั้งต่อไป	4.71	0.46	ดีมาก	3
18. ช่วยปลูกฝังระบอบประชาธิปไตยให้กับนักเรียน	4.69	0.47	ดีมาก	4
19. มีส่วนช่วยให้การประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มอย่างมีเหตุผล	4.74	0.44	ดีมาก	2
20. มีส่วนช่วยให้ระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น	4.77	0.43	ดีมาก	1
เฉลี่ยรวม	4.45	0.55	ดี	

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ อยู่ในระดับดี โดยมี $\bar{x} = 4.45$ และ $S.D.=0.55$ และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ในด้านบทเรียนมีส่วนช่วยให้ระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.77$ รองลงมา คือมีโอกาสแก้ตัวใหม่เมื่อคะแนนหรือผลการปฏิบัติงานไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการมีส่วนช่วยให้การประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มอย่างมีเหตุผล อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.74$ ลำดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดเวลา การได้รับความชื่นชมเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมหรือผลการปฏิบัติงานดี และการได้รับการส่งเสริมทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนครั้งต่อไป อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.71$ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปริดาราม วิทยาคม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ

- 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
- 3) เพื่อศึกษาผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประชากร

ประชากรได้แก่นักเรียนโรงเรียนปริดารามวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 35 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. แบบประเมินผลการทำงานกลุ่มที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
4. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ทดลองเมื่อ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยมีขั้นตอนตามวิธีสอนตามรูปแบบการสอนที่สอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียนและจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน โดยคัดเฉพาะความสามารถทางการเรียนในอัตราส่วน เก่ง กลาง อ่อน เป็น 1:2:1

ขั้นที่ 2 ชู้นำและขั้นสอนบทเรียนตามหลักสูตร (*Curriculum Materials*) ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ เรียนเนื้อหา เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยบทเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ควบคู่กับเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ การศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*) ครูให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่กันทำแบบฝึกทักษะพร้อมกับการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 หน่วย โดยเริ่มจากหน่วยที่ 1 ก่อนคือนักเรียนช่วยกันตรวจคำตอบจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล การศึกษาเป็นกลุ่ม

4.1 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครบทุกตอนแล้วให้ทำแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 ข้อ นักเรียนคนใดทำได้ ร้อยละ 75 ถือว่าผ่านเกณฑ์ ถ้าทำไม่ได้ไม่ถึงร้อยละ 75 ให้กลับทบทวนเนื้อหาพร้อมกับให้เพื่อนอธิบายแล้วทำแบบทดสอบอีกครั้ง

4.2 ถ้านักเรียนคนใดทำผ่านเกณฑ์ เพื่อนจะเป็นผู้ลงชื่อ กำกับถือว่าเป็นผู้ที่สามารถเรียนได้โดยผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

4.3 ความสำเร็จของกลุ่ม (*Team Scores and Team Recognition*) ครูแจ้งว่าเมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละสัปดาห์นำคะแนนสอบย่อยของแต่ละคนมารวมคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ครูทำการสรุปบทเรียนกับนักเรียนทั้งชั้นเมื่อจบแต่แผนการเรียนรู้

1. นำแบบประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม ประเมินโดยนักเรียนและครูทุกแผนการเรียนรู้ และสรุป

2. นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ไปทดสอบหลังเรียน

3. นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2
2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. การวิเคราะห์ผลการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
4. การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.43/77.52
2. ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.05, S.D.=0.91$)
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.45, S.D.=0.55$)

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.43/77.52 หมายความว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 76.43 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์โดยนักเรียนมีความรู้เฉลี่ยร้อยละ 77.52 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการพัฒนาและสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบตามระเบียบวิธีวิจัย มีลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร ศึกษาการใช้โปรแกรม เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากสร้างเสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตรวจสอบอีกครั้ง และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนคือทดลองรายบุคคล แบบกลุ่มเล็ก จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ประกอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนที่มีการผสมผสานระหว่าง รูปภาพ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการเห็นข้อความที่ปรากฏทางหน้าจอ และได้ยินจากเสียงที่บันทึกไว้ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายและสนุกไปกับการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คำรง รัชญะผล (2546:49) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 014) เรื่องเวกเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.69/75.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ พนิดา บัวมณี (2549:81-82) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.74/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ลำดับขั้นตอนตามระเบียบวิธีวิจัย และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อเสริมหรือซ่อมเสริมเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ที่เรียนผ่านมาแล้วได้อีกด้วย

2. ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 10.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.66 คิดเป็นร้อยละ 36.29 ได้คะแนนหลังเรียน เท่ากับ 23.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 คิดเป็นร้อยละ 77.52 พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เป็นไปตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องจำนวนจริง มีการนำ ภาพกราฟิก ตัวการ์ตูน ข้อความ เสียง ภาพเคลื่อนไหว มาผสมผสานกัน จึงทำให้ผู้เรียนจดจำ สารที่สำคัญและเข้าใจง่าย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรวมทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพหลายขั้นตอนจนมีความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้จริง นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาได้ตามความสนใจ และสามารถควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนด้วยตนเองได้ ประกอบกับในการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาจากตำราเรียนหลาย ๆ เล่ม โดยยึดจุดประสงค์การ เรียนรู้เป็นหลัก แบ่งเนื้อหาของบทเรียนเป็นหน่วยย่อย ๆ จากง่ายไปหายาก แต่ละเฟรมจะมีทั้ง คำอธิบายและเสียงบรรยายไปพร้อมกัน เมื่อผู้เรียนศึกษาเฟรมแรกจบก็จะใช้เมาส์คลิกเลือกคำสั่ง ต่อไปเพื่อเปลี่ยนเฟรมไปเรื่อย ๆ ในบางเฟรมเป็นเนื้อหาพร้อมคำอธิบาย เมื่อผู้เรียนได้ศึกษา บทเรียนในหน่วยแต่ละหน่วยเรียบร้อยแล้วจะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดฝึกทำ เพื่อเป็นการ ทบทวนความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนผ่านมา และเมื่อผู้เรียนตอบคำถามเรียบร้อยแล้วจะมีการให้ ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นการเสริมแรง ถ้าตอบถูก จะมีข้อความเสริมแรง แต่ถ้าตอบผิดจะเฉลย คำตอบที่ถูกต้อง แบบทดสอบได้ผ่านการตรวจคุณภาพโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รวมทั้งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกระทั่งมีความ เหมาะสมกันนำไปใช้ และวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทั้งสมาชิกที่มี ระดับความสามารถพื้นฐานทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน รวมทั้งการทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น แบ่งปันซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมทั้งเป็นกำลังใจแก่กันและกัน โดยที่ สมาชิกแต่ละคนจะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองพร้อม ๆ กับดูแลการเรียนรู้เพื่อน สมาชิกทุก ๆ คนในกลุ่ม โดยที่นักเรียนเก่งต้องคอยช่วยเหลือหรือสอนนักเรียนที่เรียนอ่อนโดย การอธิบายบทเรียนให้นักเรียนอ่อนเข้าใจ เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม ทำให้งานวิจัยมีผลการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสลาวิน (Slavin, 1990 : 83) ได้ให้ ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ (*Team Assisted Individualization : TAI*) ไว้ว่า เป็นวิธีการสอน

ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือและการสอนรายบุคคลเข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยมีรูปแบบของการเรียนเป็นกลุ่มให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษาและเรียนร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกันมีการร่วมมือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน ครูผู้สอนจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ อามัด ไยนิ คาโอเอ (2541:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสงธรรมวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาของนักเรียนหลังจากเรียน โดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนส่วนใหญ่เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือในการที่จะช่วยพัฒนาการเรียนและสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนเอง

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนเป็นอย่างดี โดยเห็นได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ มีผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นสื่อและวิธีการสอนคณิตศาสตร์ได้

3. ผลการทำงานกลุ่มของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.05$, $S.D.=0.91$) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะกระบวนการกลุ่มเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน ได้มีการคิดคะแนนพัฒนาของตนเองและของกลุ่ม และยอมรับว่าความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนขึ้นอยู่กับความสำเร็จของนักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มด้วย ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจและร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้น กระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แสดงความคิดเห็นได้อย่างเป็นอิสระ โดยครูคอยอธิบายและดูแลให้นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มและแสดงบทบาทหน้าที่ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้การปฏิบัติงานกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ สลาวิน (Slavin,1975) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีสอนอีกแบบหนึ่งซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยปกติจะมี 4 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน การทดสอบผลการเรียนของนักเรียนจะแบ่งเป็นสองตอน ตอนแรกพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ตอนที่สองจะพิจารณาคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคลในการทดสอบนักเรียน

ต่างคนต่างทำ แต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน การเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนร่วมกัน รับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้ บรรลุจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกัน

4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.45, S.D. = 0.55$) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ในด้านบทเรียนมีส่วนช่วยให้ระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.77$ รองลงมา คือมีโอกาสแก้ตัวใหม่เมื่อคะแนนหรือผลการปฏิบัติงานไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการมีส่วนช่วยให้การประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มอย่างมีเหตุผล อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.74$ ลำดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดเวลา การได้รับความชื่นชมเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมหรือผลการปฏิบัติงานดี และการได้รับการส่งเสริมทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนครั้งต่อไป อยู่ในระดับดีมาก $\bar{x} = 4.71$ เนื่องจากนักเรียนชอบการเรียนแบบร่วมมือกัน ชอบทำงานร่วมกัน มีความสุข สนุกสนานและน่าสนใจ เพราะการสอนแบบร่วมมือเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันคิด ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนทุกคนมีหน้าที่และมีโอกาสที่จะทำให้งานประสบความสำเร็จอย่างเท่าเทียมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พนิดา บัวมณี (2549:81-82) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย ผลปรากฏว่าความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนดำเนินงานวิจัยควรมีการเตรียมความพร้อมของครูด้านสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีความพร้อมสามารถใช้งานได้ปกติ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ควรใช้หูฟังแทนลำโพง เพื่อแก้ปัญหาเสียงที่รบกวนในระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ควรศึกษาวิธีการแบบร่วมมือกัน เทคนิค *TAI* ให้เข้าใจทุกขั้นตอนจนเกิดความชำนาญเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ทั้งนี้เพราะวิธีการสอนด้วยการเรียนแบบร่วมมือกัน เทคนิค *TAI* เป็นวิธีสอนที่มีลักษณะพิเศษเพราะว่าเป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นวิชาอื่น ๆ จึงต้องประยุกต์ใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับกับวิชาของตนเองและต้องคงรูปแบบการเรียนที่ถูกต้อง ควรมีการวางแผนที่ดีและกำหนดเวลาให้เพียงพอสำหรับการทำกิจกรรมในแต่ละหน่วย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งต่อไป น่าจะแทรกเกมศึกษาที่เป็นการฝึกทักษะในเนื้อหานั้นด้วย เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานไปกับการฝึกทักษะมากกว่า การฝึกทักษะในลักษณะการทำแบบฝึกหัดทั่วไป

2. ควรมีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับชั้นอื่น ๆ และสาระการเรียนอื่น ๆ

3. ควรมีการศึกษาโดยใช้สื่อนวัตกรรมอื่น ๆ เช่น บทเรียนออนไลน์ เป็นต้น

4. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการแบบอื่น ๆ เช่น วิธีสอนแบบโครงงาน วิธีสอนแบบบูรณาการ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. สสวท. คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ ฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2544.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- _____. เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ: อรุณการพิมพ์, 2548.
- เกื้อกูล ควรหาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : S R Printing, 2542.
- ขัตติยะ รัตนมณี. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความน่าจะเป็น”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548.
- ขนิษฐา ชานนท์. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
- ขนิษฐา วิเศษสาธร. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540.
- ขวัญใจ บุญฤทธิ์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และควมามีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบ TAI กับการสอนตามคู่มือครูสสวท”. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. การมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
- จันทรา ตันติพงสานุรักษ์. “การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Cooperative Learning)”. วิชาการ 1, 11(พฤศจิกายน 2541):36-51.

ฉวีวรรณ กิรติกร. “แนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา”. ในเอกสารชุดวิชาการ
สอนกลุ่มทักษะ 2 (คณิตศาสตร์), 49-50. กรุงเทพฯ ฯ มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมมาธิราช, 2537.

ชาติชาย ม่วงปฐม. “ผลของวิธีการเรียนแบบร่วมมือและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์
ที่มีต่อผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา”. ปรินญาณิพนธ์
ปรินญาณมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

ชัยยา น้อยนารถ. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน
และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ
ที่เรียนโดยวิธีปกติ”. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2547.

ชูศรี ยินดีตระกูล. “การเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบกับแบบบอกให้รู้ในคอมพิวเตอร์ที่
มีผลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน”. วิทยานิพนธ์ปรินญาณศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2529.

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ ฯ : วัฒนาพานิช,
2526.

ดำรง ธัญญะผล. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ (ค 014)
เรื่องเวกเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัตนโกสินทร์
สมโภชน์บางขุนเทียน”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
สถาบันราชภัฏพระนคร, 2546.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. หลักการออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ ฯ :
ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ทักษิณา สนวนานนท์. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัทมีเดีย แอสโซซิเอตเต็ด
จำกัด, 2527.

—————. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : องค์การค้ำคัฐสภา, 2530.

ทิสนา แจมมณี. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ทิสนา แจมมณี. รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์หนังสือ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

—————. 14 วิธีการสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ ฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2545.

ธนา เทศทอง. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาเลือกเสรี ศ 016
จิตรกรรม 2 เรื่องการจัดองค์ประกอบศิลป์กับงานจิตรกรรม ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม”. สารนิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศิลปากร, 2548.

ธีรศักดิ์ อุ่่นอารมณฺ์เลิศ. เครื่องมือวิจัยทางการศึกษา: การสร้างและการพัฒนา. นครปฐม:
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

นิพนธ์ สุขปรึดี. “คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน”. วารสารคอมพิวเตอร์ 15,78
(มกราคม 2531): 24-28.

นงนุช วรรณวหะ. หลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ในระดับโรงเรียน. กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช,
2536.

นารณารี อินตะสอน. “การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องคำและชนิดของคำ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือ
เทคนิค TAI กับการสอนแบบปกติ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนภาษาไทย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

บรรพต สุวรรณประเสริฐ. การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ ฯ : The Knowledge Center, 2544.

บุญเกื้อ คอรวาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ: เจริญวิทยาการพิมพ์, 2530.

บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : สุวีริยาสาส์น, 2537.

บุญทัน อยู่ชมบุญ. พฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ :
โอเดียนสโตร์, 2529.

บุปผชาติ ทัพหิกรณ์และคณะ. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

- ปริญญา พลอาสา. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่ององค์ประกอบทัศนศิลป์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียน เป็นกลุ่มแบบ TAP”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัย มหาสารคาม, 2546.
- ปิยะวัฒน์ หวังอารีย์. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้”. ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- พนิดา บัวมณี. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. สารนิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.
- พรเทพ เมืองแมน. การออกแบบและพัฒนา *CAI Multimedia* ด้วย *Author ware*. กรุงเทพฯ ฯ: ซีเอ็ดยุคเข็้น, 2544.
- พร้อมพรรณ อุคมสิน. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศึกษาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ ฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒประสานมิตร, 2543.
- ไพโรจน์ เบขุนทด. “ผลของการเรียนแบบร่วมมือ 3 วิธี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และความร่วมมือในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- มาเรียม นิลพันธุ์. วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. นครปฐม: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.
- ยีน ภู่วรรณ. การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาเทคโนโลยี ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.
- ยุพิน พิพิธกุล. วิธีการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- . การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- . การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์ปพิชการพิมพ์, 2539.

- ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง. สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ :
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- เยาวลักษณ์ เตียรณบรรจงและคณะ. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ :
 ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3.
 กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.
- _____. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ :ชมรมเด็ก, 2543.
- วรรณิ โสมประยูร. การวิจัยและพัฒนาารูปแบบการสอนและสื่อการสอนคณิตศาสตร์ ระดับ
 ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ,
 2541.
- วรารณ บรติ. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมในการทำงานในกลุ่มในกลุ่ม
 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอน
 แบบร่วมมือกันเรียนรู้”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- วาสนา ศรีอักษรลาภ. “การวิเคราะห์ลักษณะของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยสอน”. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย, 2539.
- วัชรา เล่าเรียนดี. เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. นครปฐม : โรงพิมพ์
 มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์, 2547.
- _____. เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.
 นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์, 2548.
- วิวรรณ จันทร์เทพย์. วิชาเทคโนโลยีการศึกษา. ราชบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทาง
 การศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง, 2540.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : แอล ที เพรส, 2542.
- สาคร ปั่นแอ. “การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกัน
 แบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

สานิตย์ ภายภาค . “รูปแบบของไฮเปอร์เท็กซ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน”. ปรินิพนธ์ปริญาการศึกษา คุยฎิบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2539.

สมชัย ชินะตระกูล. “การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์”. ข่าวสารวิจัยการศึกษา , 2528.

—————. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราตรงไหน. กรุงเทพมหานคร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531 (อัดสำเนา).

—————. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

สุลัดดา ลอยฟ้า. “รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้”. เอกสารการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2539.

สุรัชย์ ขวัญเมือง. วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์, 2522.

สุรพล พยอมแย้ม. พื้นฐานทางจิตวิทยาเพื่อการศึกษา. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2544.

—————. จิตวิทยาอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กาญจนบุรี : สำนักพิมพ์ธรรมเมธี สหายพัฒนาการพิมพ์, 2545.

โสภณ บำรุงสงฆ์ และ สมหวัง ไตรต้นวงศ์. เทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

อดิพล มูลอามตย์. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเลขยกกำลัง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

อรพรรณ พรสีมา. เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, 2530.

อรพรรณ ดันบรรจง. “การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา”. ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

อามัดไญนี คาโอะ. “ผลของการเรียนแบบร่วมมือต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนภาษาอังกฤษ และเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสงธรรมวิทยา จังหวัดนราธิวาส”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาอังกฤษ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

เอษณะ สัจจสวัสดิ์. “ผลของเกมการสอนที่เสนอในช่วงเวลาที่ต่างกันในบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2538.

อัสวชัย ลิมเจริญ. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ
แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์และการสอนตามปกติ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
นครสวรรค์ : สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2546.

- Duren, Phillip. E., and Cherrington. "The Effects of Cooperative Group Work versus Independent Practice on the Learning of Some Problem-Solving Strategies". *School Science and Mathematics*, 92 (1992) : 113 –121.
- Ross, J.A. "Effects of Feedback on Student Behaviors in Cooperative Learning Groups in a Grade 7 Math Class". *The Elementary School Journal*, 96 (1995): 125-140.
- Slavin, R.E. "Cooperative Learning". *Review of Educational Research*. 50(2) (1980) : 315- 342.
- Slavin, Robert E. *Synthesis of Research on Cooperative Learning*. *Educational Leadership*. (1981):655-659.
- . *Cooperative Learning :Student teams*. Baltimore : Published by National Education Association, 1982.
- . "Cooperative Learning and Cooperative School". *Educational Leadership*. (1987):7-13.
- . *Cooperative Learning : Theory Research and Practices*. New Jersey : Prentice Hall, 1995.
- . *Cooperative Learning : Student Teams*. Baltimore : National Education Association, 1989.
- Wilson, Jame W. *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook and Formative Evaluation of Student Learning*. Edit by Benjamin S. Bloom. U.S.A. : McGraw – Hill, 1971.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1. นางสาวสวีณา อบสุวรรณ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
2. นายศรายุทธ สุวรรณศรี โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย 2 ฯ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
3. นายมนัส พุทธคุณ โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนแบบร่วมมือ

1. ดร.วสันต์ ทองไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน
สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
2. ดร.สุนทรา โตบัว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน
สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
3. นางสาวสุกัญญา ศรีสาคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3
ตำแหน่งศึกษานิเทศก์

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ (บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

1. ผศ.วิวรรณ จันท์เทพ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการ
และเทคโนโลยีสารสนเทศ
2. นายวรากร หงส์โต โรงเรียนบางลี่วิทยา
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
4. นายบุญถือ เลิศนา โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย 2 ฯ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
8	0	+1	0	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
9	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
13	0	0	+1	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
14	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
15	+1	0	0	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
16	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
17	0	0	0	0	0	นำไปใช้ไม่ได้
18	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
19	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
20	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
21	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
22	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
23	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
24	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
25	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
26	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
27	+1	-1	+1	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
28	+1	-1	+1	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
29	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
30	+1	+1	-1	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
31	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
32	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
33	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
34	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
35	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
36	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
37	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
38	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
39	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
40	0	+1	0	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
41	0	+1	-1	0	0	นำไปใช้ไม่ได้
42	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
43	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
44	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
45	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
46	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
47	+1	+1	-1	+1	+0.33	นำไปใช้ไม่ได้
48	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
49	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้
50	+1	+1	+1	+3	+1.00	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 9 แสดงการคำนวณหาคุณภาพของข้อสอบ ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r)

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1.	0.68	0.07	21.	0.93	-0.10
2.	0.71	0.43	22.	0.93	0.14
3.	0.71	0.57	23.	0.57	0.43
4.	0.68	0.21	24.	0.82	0.36
5.	0.68	0.21	25.	0.64	0.43
6.	0.68	0.36	26.	1.00	0.14
7.	0.75	0.50	27.	0.79	0.29
8.	0.71	0.29	28.	0.21	0.00
9.	0.71	0.29	29.	0.64	0.57
10.	0.68	0.36	30.	0.96	0.07
11.	0.79	0.43	31.	0.71	0.43
12.	0.54	0.21	32.	0.64	0.43
13.	0.86	0.00	33.	0.61	-0.10
14.	0.71	0.43	34.	0.86	0.29
15.	0.61	0.21	35.	0.75	0.36
16.	0.54	0.07	36.	0.68	0.36
17.	0.86	0.29	37.	0.68	0.36
18.	0.64	0.43	38.	0.68	0.21
19.	0.71	0.43	39.	1.00	0.00
20.	0.68	0.21	40.	0.71	0.29

- หมายเหตุ 1) ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า p ระหว่าง 0.20-0.80 และค่า r ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป
 2) คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ
 3) ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ได้แก่ข้อ 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15, 17,18,19,20,23,24,25,27,29,31,32,34,35,36,37,38,40

แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

Reliability Statistics

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.795	30

Item-total Statistics

	<i>Scale Mean if Item Deleted</i>	<i>Scale Variance Item Deleted</i>	<i>Corrected Item - Total Correlation</i>	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
<i>Items 1</i>	18.966	27.964	.321	.789
<i>Items 2</i>	18.966	27.274	.463	.783
<i>Items 3</i>	19.000	28.206	.264	.791
<i>Items 4</i>	19.000	28.758	.157	.796
<i>Items 5</i>	19.000	27.586	.388	.786
<i>Items 6</i>	18.933	28.340	.255	.792
<i>Items 7</i>	18.966	27.964	.321	.789
<i>Items 8</i>	18.966	27.688	.3781	.787
<i>Items 9</i>	19.000	28.551	.197	.794
<i>Items 10</i>	18.900	28.024	.336	.788
<i>Items 11</i>	19.133	28.878	.125	.798
<i>Items 12</i>	18.966	28.102	.293	.790
<i>Items 13</i>	19.066	29.029	.099	.799
<i>Items 14</i>	18.833	28.350	.3024	.790
<i>Items 15</i>	19.033	27.343	.428	.784
<i>Items 16</i>	18.966	28.171	.280	.791
<i>Items 17</i>	19.000	28.620	.184	.795
<i>Items 18</i>	19.100	27.955	.300	.790
<i>Items 19</i>	18.866	28.188	.318	.789
<i>Items 20</i>	19.033	27.619	.374	.787

	<i>Scale Mean if Item Deleted</i>	<i>Scale Variance Item Deleted</i>	<i>Corrected Item - Total Correlation</i>	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
<i>Items 21</i>	18.900	28.162	.306	.790
<i>Items 22</i>	19.033	26.585	.582	.777
<i>Items 23</i>	18.966	27.6588	.378	.787
<i>Items 24</i>	19.033	27.343	.428	.784
<i>Items 25</i>	18.833	28.281	.318	.789
<i>Items 26</i>	18.933	28.478	.227	.793
<i>Items 27</i>	19.000	27.241	.360	.787
<i>Items 28</i>	19.000	27.862	.333	.788
<i>Items 29</i>	19.000	28.620	.184	.795
<i>Items 30</i>	18.966	28.654	.183	.795

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1. กำหนดให้ $A = \{x | x \in N\}$ แล้วเซตใด เป็นสับเซตของเซต A
 - ก. $\{x | x \in I^+\}$
 - ข. $\{x | x \in I^0\}$
 - ค. $\{x | x \in I^-\}$
 - ง. $\{x | x \in I\}$

2. กำหนดให้ $A = \{x | x \in Q'\}$ แล้วข้อใด เป็นสับเซตของเซต A
 - ก. $\left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots\right\}$
 - ข. $\{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$
 - ค. $\{\sqrt{1}, \sqrt{4}, \sqrt{9}, \sqrt{16}\}$
 - ง. $\{\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{6}\}$

3. จำนวนในข้อใดเป็นจำนวนอตรรกยะ ทั้งหมด
 - ก. $\frac{3}{4}, \sqrt{2}, \pi$
 - ข. $3.7666\dots, \sqrt[3]{7}, \pi$
 - ค. $4.421421421\dots, \sqrt{4}, \frac{5}{7}$
 - ง. $2.212112111\dots, \pi, \sqrt{5}$

4. ข้อใดไม่ใช่จำนวนเต็ม
 - ก. $\sqrt{16} - 5$
 - ข. $\sqrt[3]{4} + 1$
 - ค. $\sqrt{36} - 6$
 - ง. $\sqrt{9} + 25$

5. ข้อใดเป็นจำนวนอตรรกยะ
 - ก. $\sqrt{5}$
 - ข. $\sqrt{-1}$
 - ค. $\sqrt{(-2)^2}$
 - ง. $\sqrt[3]{-27}$

6. ข้อใดใช้สมบัติการสมมาตรของจำนวนจริง
 - ก. ถ้า $a + 2 = b + 3$ แล้ว $b + 3 = a + 2$
 - ข. ถ้า $a + 3 = 5$ และ $5 = b + 2$ แล้ว $a + 3 = b + 2$
 - ค. ถ้า $x - 5 = 12$ แล้ว $x = -5$
 - ง. ถ้า $\frac{2x}{3} = 1$ แล้ว $x = \frac{3}{2}$

7. ถ้า $4 = 5$ แล้ว $8 = 10$ ใช้สมบัติในข้อใด
 - ก. สมบัติการถ่ายทอด
 - ข. สมบัติการสะท้อน
 - ค. สมบัติการสมมาตร
 - ง. สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน

8. ข้อใดใช้สมบัติของการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันของจำนวนจริง
 - ก. ถ้า $2 + 2 = 4$ และ $4 = 3 + 1$ แล้ว $2 + 2 = 3 + 1$
 - ข. ถ้า $-2x = 4$ แล้ว $x = -2$
 - ค. ถ้า $x + a = 4 + a$ แล้ว $x = 4$
 - ง. ถ้า $x - 5 = 3$ แล้ว $x = 8$

9. ข้อใดเป็นสมบัติปิดของการบวก

ก. $(\sqrt{3}+\sqrt{5})+\sqrt{2}=\sqrt{3}=(\sqrt{5}+\sqrt{2})$

ข. $\sqrt{2}+\sqrt{3}\in R$

ค. $\sqrt{5}+\sqrt{3}=\sqrt{3}+\sqrt{5}$

ง. $\sqrt{2}+(-\sqrt{2})=0$

10. ข้อใดเป็นอินเวอร์สการบวกของ

จำนวนจริง

ก. $3+0=3$

ข. $5+(-5)=0$

ค. $1+(3+5)=(1+3)+5$

ง. $\sqrt{2}+\sqrt{5}=\sqrt{5}+\sqrt{2}$

11. $12 \times (5 \times 8) = (12 \times 5) \times 8$ มีสมบัติเป็นอย่างไร

ก. สมบัติการสลับที่ของการคูณ

ข. สมบัติปิดของการคูณ

ค. สมบัติการเปลี่ยนกลุ่มของการคูณ

ง. สมบัติการมีอินเวอร์สของการคูณ

12. $1 \times 9 = 9$ มีสมบัติเป็นอย่างไร

ก. สมบัติการสลับที่ของการคูณ

ข. สมบัติปิดของการคูณ

ค. สมบัติการเปลี่ยนกลุ่มของการคูณ

ง. สมบัติการมีเอกลักษณ์ของการคูณ

13. ข้อใดเป็นสมบัติอินเวอร์สการคูณ

ก. $\sqrt{3} \times \left(7 \times \frac{4}{5}\right) = \left(7 \times \frac{4}{5}\right) \times \sqrt{3}$

ข. $7 \times \left(\frac{2}{9} \times \sqrt{5}\right) = \left(7 \times \frac{2}{9}\right) \times \sqrt{5}$

ค. $\frac{\sqrt{2}}{3} \times \frac{3}{\sqrt{2}} = 1$

ง. $\sqrt{2}(\sqrt{3}+1) = (\sqrt{2} \times \sqrt{3}) + (\sqrt{2} \times 1)$

14. อินเวอร์สการคูณของ $a - \frac{1}{b}$ คือ

ก. $a + \frac{1}{b}$

ข. $\frac{b}{ab-1}$

ค. $\frac{ab-1}{b}$

ง. $\frac{1-ab}{b}$

15. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเท็จ

ก. $-6x^3y$ เป็นเอกนามที่มี -6 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 4

ข. $-xy$ เป็นเอกนามที่มี -1 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 2

ค. 0 เป็นเอกนามที่มี 0 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 1

ง. $-2^{-3}xyz^5$ เป็นเอกนามที่มี $-\frac{1}{8}$ เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 7

16. $3x^6y - 4x^5 + x + 4$ เป็นพหุนามที่มีดีกรีสูงสุดเท่าใด

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 7

17. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ

$$2x^2 + 18x$$

ก. $x(x-4)$

ข. $2x(x+9)$

ค. $5x(x+3)$

ง. $9x(x-2)$

18. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ

$$x^2 - 5x - 36$$

ก. $(x-9)(x-4)$

ข. $(x-12)(x-3)$

ค. $(x-6)(x-6)$

ง. $(x-9)(x+4)$

19. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ

$$x^2 + 11x - 26$$

ก. $(x-2)(x+13)$

ข. $(x+2)(x-13)$

ค. $(x-2)(x-13)$

ง. $(x+2)(x+13)$

20. คำตอบของสมการ $x^2 - x - 12 = 0$

คือข้อใด

ก. 3 หรือ 4

ข. 3 หรือ -4

ค. -3 หรือ 4

ง. -3 หรือ -4

21. ถ้า a และ b เป็นคำตอบของสมการ

$$x^2 - x - 30 = 0 \text{ แล้ว } a+b \text{ คือข้อใด}$$

ก. 1

ข. -1

ค. 11

ง. -11

22. ถ้า $y^2 - 6y + M$ เป็นกำลังสองสมบูรณ์
แล้ว M เท่ากับเท่าไร

ก. 4

ข. 9

ค. 12

ง. 36

23. $x^2 + 49y^2$ จะเป็นกำลังสองสมบูรณ์
ต้องเพิ่มอีกเท่าไร

ก. $7xy$

ข. $\pm 7xy$

ค. $\pm 14xy$

ง. $\pm 98xy$

24. $x + 8 = 12$ จงหาค่าของ x เท่ากับข้อใด

ก. 4

ข. -4

ค. 20

ง. -20

25. ข้อใดเป็นผลบวกของคำตอบของสมการ

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

- ก. -3
- ข. -2
- ค. 1
- ง. 2

26. สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาว $x+1$ หน่วย มีพื้นที่ 36 ตารางหน่วย สมการใดสอดคล้องกับเงื่อนไขนี้

- ก. $x^2-2x = 36$
- ข. $x^2+2x+1 = 36$
- ค. $x^2-2x+1 = 36$
- ง. $x^2-2x-1 = 36$

27. ถ้าส่วนสูงของสามเหลี่ยมยาวกว่าด้านฐาน 7 ซม. และสามเหลี่ยมนี้มีพื้นที่ 60 ตร.ซม. ด้านฐานยาวเท่าไร

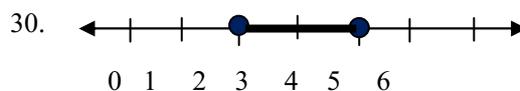
- ก. 2 ซม.
- ข. 4 ซม.
- ค. 6 ซม.
- ง. 8 ซม.

28. $a < b < c$ ตรงกับข้อใด

- ก. a น้อยกว่า b
- ข. a น้อยกว่าหรือเท่ากับ b
- ค. a น้อยกว่า b และ b น้อยกว่า c
- ง. a น้อยกว่า b และ b มากกว่า c

29. กำหนดให้ $A = \{x | x \in R \text{ และ } x \geq 2\}$ แล้วตรงกับช่วงในข้อใด

- ก. $(-\infty, 2]$
- ข. $[2, \infty)$
- ค. $(\infty, 4)$
- ง. $[2, \infty]$



หมายถึงข้อใด

- ก. $[2, 4)$
- ข. $[2, 4]$
- ค. $(-\infty, 10]$
- ง. $[2, \infty)$

ภาคผนวก ค

**แบบประเมินและผลประเมินหาคุณภาพของแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ตัวอย่างแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง**

แบบประเมินแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องจำนวนจริง

ของนางสาววาสนา วงษ์สังข์ โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

นักศึกษาศรีัญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ระดับคุณภาพของผลงาน

5 หมายถึง คุณภาพในระดับดีมาก

2 หมายถึง คุณภาพในระดับควรปรับปรุง

4 หมายถึง คุณภาพในระดับดี

1 หมายถึง คุณภาพในระดับไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

3 หมายถึง คุณภาพในระดับพอใช้

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ เหมาะสมและมีรายละเอียดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน					
2.	แผนการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้					
3.	แผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน					
4.	การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง					
5.	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ					
6.	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ					
7.	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก					
8.	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา					
9.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ					
10.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน					
11.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง					
12.	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน					
13.	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง					
14.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องแทรกคุณธรรมและค่านิยมที่ดีงาม					
15.	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย					
16.	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
17.	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง					
18.	นักเรียนทำชิ้นงานที่ได้ใช้ความรู้ ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนดหรือการทำแบบฝึกหัดทั่วไป					
19.	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
20.	นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินหาคุณภาพของแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.	หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์เหมาะสมและมีรายละเอียดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.	แผนการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.	แผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
4.	การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5.	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
6.	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ	3	5	4	4.00	1.00	ดี
7.	จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4	5	4	4.33	0.58	ดี
8.	กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา	4	1	3	2.67	1.53	พอใช้
9.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
10.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
11.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย และสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	4	4.33	0.58	ดี
12.	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
13.	กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จาก การปฏิบัติจริง	4	4	4	4.00	0.00	ดี
14.	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องแทรกคุณธรรมและค่านิยมที่ดีงาม	3	4	3	3.33	0.58	พอใช้
15.	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
16.	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5	4	4	4.33	0.58	ดี
17.	นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง	5	4	4	4.33	0.58	ดี
18.	นักเรียนทำชิ้นงานที่ได้ใช้ความรู้ ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด หรือการทำแบบฝึกหัดทั่วไป	4	3	3	3.33	0.58	พอใช้
19.	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	3	3.67	1.15	ดี
20.	นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4	1	3	2.67	1.53	พอใช้
เฉลี่ย					4.00	0.52	ดี

โครงการสอน

รายวิชาคณิตศาสตร์ ค 41101 เรื่องจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 10 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้
1 (1 ชม.)	ชี้แจงบทเรียน ทดสอบก่อนเรียน	
2 (1 ชม.)	1.1 จำนวนจริง	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง
3 (2 ชม.)	1.2 สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ 1.2.1 การเท่ากันของระบบจำนวน 1.2.2 สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก 1.2.3 สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการคูณ	1. บอกสมบัติการเท่ากันของจำนวนจริงได้ 2. บอกสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้
4 (1 ชม.)	1.3 การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง 1.3.1 ทบทวนเรื่องเอกนาม พหุนามและการแยกตัวประกอบพหุนาม	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเอกนามและพหุนาม
5 (2 ชม.)	1.3 การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง * ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง * ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$ * ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์	1. แก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
6 (1 ชม.)	1.4 การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	1. แก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
7 (1 ชม.)	การไม่เท่ากัน และช่วง	1. เข้าใจความหมายของการไม่เท่ากันและเข้าใจช่วงของจำนวนจริง
8 (1 ชม.)	สรุปบทเรียน ทดสอบหลังเรียน	

แผนการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

1. **มาตรฐาน ค1.1** เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ค 1.1.1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้

ค 1.1.2 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์

มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 4 พีชคณิต

ค 4.2.3 แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้

2. เข้าใจความหมายและผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง

3. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงที่เกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากัน

และนำไปใช้ได้

4. แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้

5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงได้

2. **สาระการเรียนรู้**

สอบวัดความรู้ก่อนเรียน

3. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

3.1 จุดประสงค์ปลายทาง

ตรวจสอบความรู้ของนักเรียน

3.2 จุดประสงค์นำทาง

ตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียน

4. **เนื้อหาสาระ**

แบบทดสอบก่อนเรียน

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

- ขั้นนำ 1. ครูกับนักเรียนสนทนากันเรื่องจำนวนจริง และสอบวัดความรู้เรื่องจำนวนจริง
 ขั้นสอน 2. ครูแจกข้อสอบกระดาษคำตอบและชี้แจงการทำข้อสอบ โดยใช้เวลา 30 นาที
 3. ครูเก็บกระดาษข้อสอบ

ขั้นสรุป 4. ครูชี้แจงและพูดคุยถึงเนื้อหาที่จะเรียนในภาคเรียนนี้

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 ข้อสอบวัดผลก่อนเรียน เรื่องจำนวนจริง

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

- 7.1 สังเกตจากการทำข้อสอบ
 7.2 สังเกตจากการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิด

8. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
 (นางสาววาสนา วงษ์สังข์)

9. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

.....

ลงชื่อ ว่าที่ ร.ต.
 (มนต์เมืองใต้ รอดอยู่)
 ผู้อำนวยการ โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม

แผนการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1
เรื่องจำนวนจริง หน่วยที่ 1 ความหมายและโครงสร้าง

1. **มาตรฐาน ค.1** เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
 ค.1.1.1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง
2. **สาระการเรียนรู้**
 ความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง
3. **จุดประสงค์การเรียนรู้**
 - 3.1 จุดประสงค์ปลายทาง
 - 3.1.1 บอกได้ว่าเป็นจำนวนชนิดใด
 - 3.2 จุดประสงค์นำทาง
 - 3.2.1 บอกความเกี่ยวข้องของเซตจำนวนจริง เซตจำนวนตรรกยะ เซตของจำนวนอตรรกยะ เซตของจำนวนเต็ม และเซตของจำนวนนับได้
 - 3.2.2 บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนชนิดใด
4. **เนื้อหาสาระ**
 - 1.1 จำนวนจริง (*Real Number*)
5. **กระบวนการจัดการเรียนรู้**
 - 5.1 **ชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและการจัดกลุ่ม (Teams)** แบ่งนักเรียนนั่งตามกลุ่ม ๆ ละ 4 คน
 คละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อัตราส่วน 1:2:1
 - 5.1.1 ครูกับนักเรียนสนทนากันเรื่องจำนวนชนิดต่าง ๆ
 - 5.1.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างจำนวนต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบจำนวนจริง
 - 5.2 **ชั้นสอน,การสอนในห้องเรียน (Class Presentations)**
 - 5.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1 ความหมายและโครงสร้าง และแจกเอกสารแนะแนวทางที่ 1 ความหมายและโครงสร้าง
 - 5.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในระบบจำนวนจริง
 - 5.2.3 นักเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแผนภูมิโครงสร้างของจำนวนจริงเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ แล้วบันทึกลงสมุด

5.3 ขั้นการฝึกทักษะการศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*)

- 5.3.1 ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่ทำแบบฝึกทักษะที่ 1 และช่วยกันตรวจคำตอบ ถ้านักเรียนคนใดทำไม่ผ่านเพื่อนในกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบาย จนเพื่อนเข้าใจแล้ว จึงทำตอนต่อไป

5.4 ขั้นประเมินผล การศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*)

- 5.4.1 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกครบทุกตอนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 ข้อ ถ้านักเรียนคนใดทำได้ ร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ ถ้าทำไม่ได้ถึง ร้อยละ 75 ให้เพื่อนอธิบาย ถ้านักเรียนคนใดผ่านเกณฑ์ เพื่อจะเป็นผู้ลงชื่อ ถือว่าเป็น ผู้ที่มีความสามารถเรียนได้โดยผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดนักเรียนทุกคนทดสอบวัดผลการเรียนรู้ประจำหน่วย
- 5.4.2 นักเรียนทุกคนทดสอบวัดผลการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ จำนวน 8 ข้อ แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่มและนำมาจัดเป็นความสำเร็จของกลุ่ม (*Team Scores*)

5.5 ขั้นสรุป

- 5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งชั้น พร้อมทั้งซักถามและตอบข้อสงสัยของนักเรียนเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1 ความหมายและโครงสร้าง
6.2 เอกสารแนะแนวทางที่ 1 ความหมายและโครงสร้าง

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

7.1 วิธีวัด

- 7.1.1 ตรวจแบบฝึกทักษะ
7.1.2 ตรวจแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้
7.1.3 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

7.2 เครื่องมือ

- 7.2.1 แบบฝึกทักษะที่ 1 ความหมายและโครงสร้างของจำนวนจริง
7.2.2 แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้
7.2.3 แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

8. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววาสนา วงษ์สังข์)

9. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

.....

ลงชื่อ ว่าที่ ร.ต.

(มนต์เมืองใต้ รอดอยู่)

ผู้อำนวยการโรงเรียนปรีดารามวิทยาคม

รายวิชาคณิตศาสตร์	เอกสารแนะแนวทาง	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง จำนวนจริง	เวลา 20 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ความหมายและโครงสร้าง	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

- จุดประสงค์** 1) บอกความเกี่ยวข้องของเซตจำนวนจริง เซตจำนวนตรรกยะ
เซตของจำนวนอตรรกยะ เซตของจำนวนเต็ม และเซตของจำนวนนับได้
- 2) บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนชนิดใด

บทนำ

จำนวนที่มนุษย์คิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นจำนวนที่ใช้นับสิ่งของ เรียกว่า จำนวนนับหรือเซตของจำนวนนับ แทนด้วย $N = \{1,2,3,\dots\}$ ต่อมาโลกมีการพัฒนามากขึ้น มนุษย์จึงพัฒนาจำนวนอื่น ๆ เพื่อใช้แทนปริมาณต่าง ๆ เช่น น้ำหนัก จำนวนประชากร ความยาวของเส้นรอบวงของโลก ฯลฯ จำนวนซึ่งสามารถแทนสิ่งเหล่านี้ได้ เรียกว่า **จำนวนจริง**

เซตของจำนวนจริงประกอบด้วยสับเซตของจำนวนต่างๆ ได้แก่

- เซตของจำนวนนับ (N) หรือเซตของจำนวนเต็มบวก (I^+)
 $I^+ = \{1,2,3,\dots\}$
- เซตของจำนวนเต็มลบ แทนด้วยสัญลักษณ์ (I^-)
 $I^- = \{-1,-2,-3,\dots\}$
- เซตของจำนวนเต็ม แทนด้วยสัญลักษณ์ (I)
 $I = \{\dots,-3,-2,-1,0,1,2,3,\dots\}$
- เซตของจำนวนที่เขียนในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม เมื่อตัวส่วนไม่เป็นศูนย์ หรือ
 $\left\{x \mid x = \frac{p}{q}, p, q \in I, q \neq 0\right\}$ เช่น $\frac{2}{3}, -\frac{1}{8}$
- เซตของจำนวนที่เขียนในรูปทศนิยมซ้ำ เช่น $0.\dot{6}, 0.5\dot{4}\dot{3}, 8, \dots$

เรียกจำนวนข้างต้นว่า **จำนวนตรรกยะ (rational number)** ซึ่งหมายถึงจำนวนจริงที่เขียนได้ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มที่ส่วนไม่เป็นศูนย์ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ (Q)

นิยาม จำนวนใด ๆ จะเรียกว่า **จำนวนตรรกยะ** ก็ต่อเมื่อ สามารถเขียนในรูป $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มและ $b \neq 0$ (เรียก a ว่าเศษและ b ว่าส่วน) หรือเขียนแทนด้วย $Q = \left\{ x \mid x = \frac{a}{b} \text{ เมื่อ } a, b \in I \text{ และ } b \neq 0 \right\}$

จำนวนจริงที่ไม่ใช่จำนวนตรรกยะ เรียกว่า **จำนวนอตรรกยะ (irrational number)**

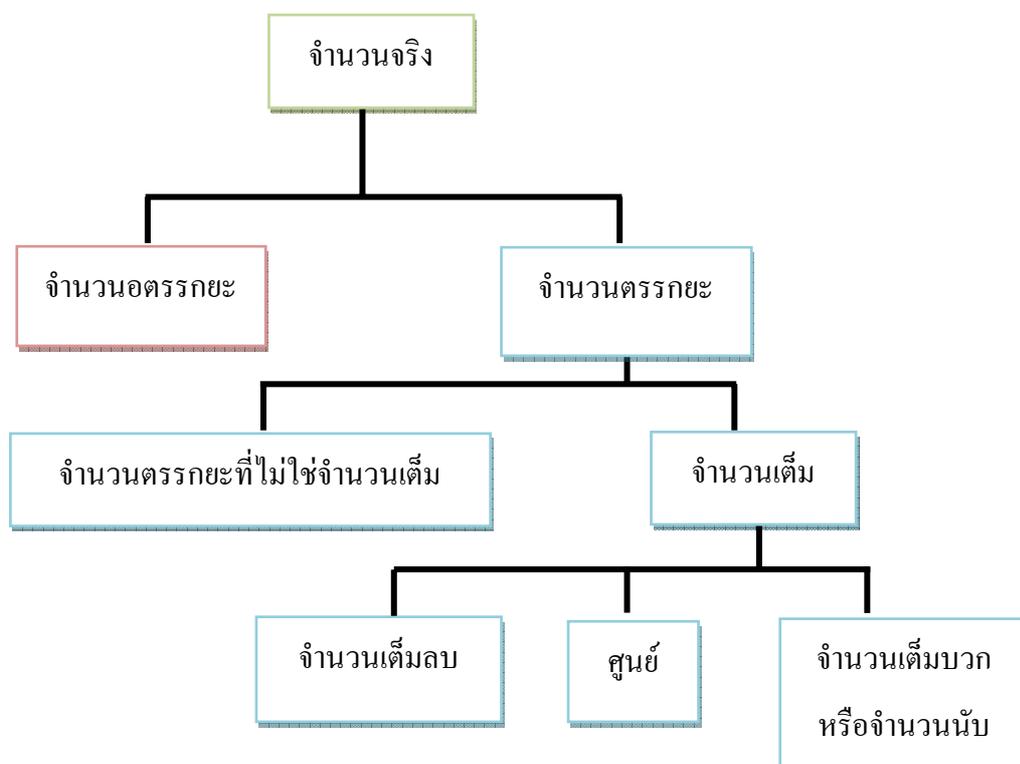
เช่น $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{7}, \pi, e$ จำนวนอตรรกยะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ (Q')

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะ (Q) กับเซตของจำนวนอตรรกยะ (Q')

เรียกว่า เซตของจำนวนจริง (R)

$$R = Q \cup Q'$$

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนจริงชนิดต่าง ๆ



รายวิชาคณิตศาสตร์	แบบฝึกทักษะย่อยที่ 1	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง จำนวนจริง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ความหมายและโครงสร้าง	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

- จุดประสงค์** 1) บอกความเกี่ยวข้องของเซตจำนวนจริง เซตจำนวนตรรกยะ
เซตของจำนวนอตรรกยะ เซตของจำนวนเต็ม และเซตของจำนวนนับได้
- 2) บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนชนิดใด

จงพิจารณาจำนวนที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนชนิดใดโดยทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับจำนวนนั้นๆ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)

ข้อ	จำนวน	N	I	I'	Q	Q'	R
1	0						
2	2.9						
3	$-\frac{1}{2}$						
4	$-\frac{10}{5}$						
5	$\sqrt{3}$						
6	π						
7	$-e$						
8	$\frac{\sqrt{5}}{2}$						
9	$\sqrt{16} + \sqrt[3]{-8}$						
10	1.43						
11	$\frac{22}{7}$						
12	0.191919...						
13	0.8191919...						
14	0.59999...						
15	$\sqrt{16} - 5$						

รายวิชาคณิตศาสตร์	เฉลยแบบฝึกทักษะย่อยที่ 1	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง จำนวนจริง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ความหมายและโครงสร้าง	น.ส.วาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ 1) บอกความเกี่ยวข้องของเซตจำนวนจริง เซตจำนวนตรรกยะ

เซตของจำนวนอตรรกยะ เซตของจำนวนเต็ม และเซตของจำนวนนับได้

2) บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนชนิดใด

จงพิจารณาจำนวนที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนชนิดใดโดยทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับจำนวนนั้นๆ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)

ข้อ	จำนวน	N	I	I'	Q	Q'	R
1	0		✓		✓		✓
2	2.9				✓		✓
3	$-\frac{1}{2}$				✓		✓
4	$-\frac{10}{5}$			✓	✓		✓
5	$\sqrt{3}$					✓	✓
6	π					✓	✓
7	$-e$					✓	✓
8	$\frac{\sqrt{5}}{2}$					✓	✓
9	$\sqrt{16} + \sqrt[3]{-8}$	✓	✓		✓		✓
10	1.43				✓		✓
11	$\frac{22}{7}$				✓		✓
12	0.191919...				✓		✓
13	0.8191919...				✓		✓
14	0.59999...				✓		✓
15	$\sqrt{16} - 5$			✓	✓		✓

แผนการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง จำนวนจริง หน่วยที่ 3 การนำสมบัติของจำนวนจริงแก้สมการ

1. **มาตรฐาน ค1.1** เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
 ค 1.1.1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
2. **สาระการเรียนรู้**
 การแยกตัวประกอบของพหุนาม
3. **จุดประสงค์การเรียนรู้**
 - 3.1 **จุดประสงค์ปลายทาง**
 - 3.1.1 แยกตัวประกอบของพหุนามได้
 - 3.1.2 แก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
 - 3.2 **จุดประสงค์นำทาง**
 - 3.2.1 แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองได้
 - 3.2.2 แยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัวและ $a \neq 0, c \neq 0$ ได้
 - 3.2.3 แยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้
4. **เนื้อหาสาระ**
 - 1.3 การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง
 - ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง
 - ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัวและ $a \neq 0, c \neq 0$
 - ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

- 5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและการจัดกลุ่ม (Teams) แบ่งนักเรียนนั่งตามกลุ่ม ๆ ละ 4 คน กระจายความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อัตราส่วน 1:2:1
 - 5.1.1 ครูกับนักเรียนสนทนากันเรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามจากที่เรียนมาในชั่วโมงที่แล้ว
 - 5.1.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามที่เคยเรียนมาแล้ว มีวิธีใดบ้าง
- 5.2 ขั้นสอน, การสอนในห้องเรียน (Class Presentations)
 - 5.2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตามเอกสารแนะแนวทางที่ 7 เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง
 - 5.2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตามเอกสารแนะแนวทางที่ 8 เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$
 - 5.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 1 พร้อมทำความเข้าใจ
 - 5.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 2 พร้อมทำความเข้าใจ
 - 5.2.5 นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 3 พร้อมทำความเข้าใจ
 - 5.2.6 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตามเอกสารแนะแนวทางที่ 9 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์
 - 5.2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 4 พร้อมทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกัน
 - 5.2.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 5 พร้อมทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกัน
 - 5.2.9 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 6 พร้อมทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกัน

5.2.10 นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3 การนำเสนอบัติของจำนวนจริงแก่สมการ ตัวอย่างที่ 7 พร้อมทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกัน

5.3 ขั้นการฝึกทักษะการศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*)

5.3.1 ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่ทำแบบฝึกทักษะที่ 7 และช่วยกันตรวจคำตอบ ถ้านักเรียนคนใดทำไม่ผ่านเพื่อนในกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบาย จนเพื่อนเข้าใจแล้วจึงทำตอนต่อไป

5.3.2 ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่ทำแบบฝึกทักษะที่ 8 และช่วยกันตรวจคำตอบ ถ้านักเรียนคนใดทำไม่ผ่านเพื่อนในกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบาย จนเพื่อนเข้าใจแล้วจึงทำตอนต่อไป

5.3.3 ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่ทำแบบฝึกทักษะที่ 9 และช่วยกันตรวจคำตอบ ถ้านักเรียนคนใดทำไม่ผ่านเพื่อนในกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบาย จนเพื่อนเข้าใจแล้วจึงทำตอนต่อไป

5.4 ขั้นประเมินผล การศึกษาเป็นกลุ่ม (*Team Study*)

5.4.1 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกครบทุกตอนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 ข้อ ถ้านักเรียนคนใดทำได้ ร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ ถ้าทำไม่ได้ถึงร้อยละ 75 ให้เพื่อนอธิบาย ถ้านักเรียนคนใดผ่านเกณฑ์ เพื่อจะเป็นผู้ลงชื่อ ถือว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถเรียนได้โดยผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

5.4.2 นักเรียนทุกคนทดสอบวัดผลการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ จำนวน 8 ข้อ แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่มและนำมาจัดเป็นความสำเร็จของกลุ่ม (*Team Scores*)

5.5 ขั้นสรุป

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งชั้นพร้อมทั้งซักถามและตอบข้อสงสัยของนักเรียนเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง

6.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$

6.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์

- 6.4 เอกสารแนะแนวทางที่ 7 เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง
- 6.5 เอกสารแนะแนวทางที่ 8 เรื่อง ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$
- 6.6 เอกสารแนะแนวทางที่ 9 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์
7. กระบวนการวัดและประเมินผล
- 7.1 วิธีวัด
- 7.1.1 ตรวจสอบแบบฝึกทักษะ
- 7.1.2 ตรวจสอบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้
- 7.1.3 สังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม
- 7.2 เครื่องมือ
- 7.2.1 แบบฝึกทักษะที่ 7 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง
- 7.2.2 แบบฝึกทักษะที่ 8 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$
- 7.2.3 แบบฝึกทักษะที่ 9 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์
- 7.2.4 แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้
- 7.2.5 แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

8. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววาสนา วงษ์สังข์)

9. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ ว่าที่ ร.ต.

(มนต์เมืองใต้ รอดอยู่)

ผู้อำนวยการ โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม

รายวิชาคณิตศาสตร์	เอกสารแนะแนวทางที่ 7	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองได้

1.2.2 การแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง

$$x^2 - y^2 = (x - y)(x + y)$$

$$\begin{aligned} x^2 - 36 &= x^2 - 6^2 \\ &= (x - 6)(x + 6) \\ 4x^2 - 9y^2 &= (2x)^2 - (3y)^2 \\ &= (2x - 3y)(2x + 3y) \end{aligned}$$

รายวิชาคณิตศาสตร์	เอกสารแนะแนวทางที่ 8	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบ ของพหุนามในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$ ได้

1.2.3 การแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$

ตัวอย่างที่ 1 จงแยกตัวประกอบของ $2x^2+x-6$

เขียน $2x^2$ ในรูป $(2x)(x)$

$$2x^2+x-6=(2x \quad)(x \quad)$$

เขียน -6 ในรูป $(-2)(3)$ หรือ $(2)(-3)$ หรือ $(-1)(6)$ หรือ $(1)(-6)$

เขียนในรูปพหุนามสองพหุนามได้ดังนี้

$$(2x-2)(x+3) \qquad (2x+3)(x-2)$$

$$(2x+2)(x-3) \qquad (2x-3)(x+2)$$

$$(2x-1)(x+6) \qquad (2x+6)(x-1)$$

ตรวจสอบหาพจน์กลาง คือ $+x$

ซึ่งจะได้ $2x^2+x-6 = (2x-3)(x+2)$

$$\begin{array}{c} \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{-3x} \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{4x} \\ \hline -3x+4x = x \end{array}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงแยกตัวประกอบของ $4x^2 + 5x - 9$

$$4x^2 + 5x - 9 = (4x + 9)(x - 1)$$

$9x$
 $-4x$

$9x - 4x = 5x$

ตัวอย่างที่ 3 จงแยกตัวประกอบของ $25x^2 + 15x + 2$

$$25x^2 + 15x + 2 = (5x + 2)(5x + 1)$$

$10x$
 $5x$

$10x + 5x = 15x$

รายวิชาคณิตศาสตร์	เอกสารแนะแนวทางที่ 9	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริง ไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	การแยกตัวประกอบของพหุนามที่ เป็นกำลังสองสมบูรณ์	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

1.2.4 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์

การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ได้พหุนามเป็นดีกรีหนึ่งซ้ำกัน เรียกพหุนามดีกรีสองนี้ว่า **กำลังสองสมบูรณ์**

$$x^2 + 2ax + a^2 = (x + a)^2$$

$$x^2 - 2ax + a^2 = (x - a)^2$$

ตัวอย่างที่ 4

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

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

$$4x^2 + 4x + 1 = (2x + 1)(2x + 1) = (2x + 1)^2$$

$$x^2 - 5x + \frac{25}{4} = \left(x - \frac{5}{2}\right)\left(x - \frac{5}{2}\right) = \left(x - \frac{5}{2}\right)^2$$

$$9x^2 + 24x + 16 = (3x + 4)(3x + 4) = (3x + 4)^2$$

$$25x^2 - 20x + 4 = (5x - 2)(5x - 2) = (5x - 2)^2$$

ตัวอย่างที่ 5 จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 2x - 2$

วิธีทำ

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

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

$$= (x + 1)^2 - 3$$

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

$$= (x + 1 - \sqrt{3})(x + 1 + \sqrt{3})$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 6 จงแยกตัวประกอบของ $x^2 - 2x - 1$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} x^2 - 2x - 1 &= (x^2 - 2x) - 1 \\ &= (x^2 - 2x + 1) - 1 - 1 \\ &= (x - 1)^2 - 2 \\ &= (x - 1)^2 - (\sqrt{2})^2 \\ &= (x - 1 - \sqrt{2})(x - 1 + \sqrt{2}) \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 7 จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 3x - 2$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} x^2 + 3x - 2 &= (x^2 + 3x) - 2 \\ &= \left[x^2 + 3x + \left(\frac{3}{2}\right)^2 \right] - \left(\frac{3}{2}\right)^2 - 2 \\ &= \left(x + \frac{3}{2}\right)^2 - \frac{9}{4} - 2 \\ &= \left(x + \frac{3}{2}\right)^2 - \frac{17}{4} \\ &= \left(x + \frac{3}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{17}}{2}\right)^2 \\ &= \left(x + \frac{3}{2} - \frac{\sqrt{17}}{2}\right) \left(x + \frac{3}{2} + \frac{\sqrt{17}}{2}\right) \\ &= \left(x + \frac{3 - \sqrt{17}}{2}\right) \left(x + \frac{3 + \sqrt{17}}{2}\right) \end{aligned}$$

ตอบ

รายวิชาคณิตศาสตร์	แบบฝึกทักษะย่อยที่ 7	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริง ไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบ ของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองได้

1. $x^2 - 1$
2. $x^2 - 4$
3. $x^2 - 9$
4. $x^2 - 16$
5. $x^2 - 100$
6. $x^2 - 121$
7. $x^2 - 144$
8. $5x^2 - 500$
9. $3x^2 - 1200$
10. $4x^2 - 64$

รายวิชาคณิตศาสตร์	เฉลยแบบฝึกทักษะย่อยที่ 7	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองได้

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. $x^2 - 1$ | $(x-1)(x+1)$ |
| 2. $x^2 - 4$ | $(x-2)(x+2)$ |
| 3. $x^2 - 9$ | $(x-3)(x+3)$ |
| 4. $x^2 - 16$ | $(x-4)(x+4)$ |
| 5. $x^2 - 100$ | $(x-10)(x+10)$ |
| 6. $x^2 - 121$ | $(x-11)(x+11)$ |
| 7. $x^2 - 144$ | $(x-12)(x+12)$ |
| 8. $5x^2 - 500$ | $5(x-10)(x+10)$ |
| 9. $3x^2 - 1200$ | $3(x-20)(x+20)$ |
| 10. $4x^2 - 64$ | $4(x-4)(x+4)$ |

รายวิชาคณิตศาสตร์	แบบฝึกทักษะย่อย 8	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริง ไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบของ พหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$ ได้

1. จงแยกตัวประกอบของพหุนามในข้อต่อไปนี้

- 1) $2x^2 + 24x + 70$
- 2) $2x^2 + 13x - 7$
- 3) $2x^2 + 13x + 6$
- 4) $3x^2 - 39x + 66$
- 5) $3x^2 + 11x + 6$
- 6) $5x^2 + 20x + 20$
- 7) $5x^2 + 7x + 2$
- 8) $6x^2 + 54x + 120$
- 9) $8x^2 - 22x + 5$
- 10) $24x^4 + 40x^3 + 6x^2$

รายวิชาคณิตศาสตร์	เฉลยแบบฝึกทักษะย่อย 8	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ทบทวนการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามในรูปการแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0, c \neq 0$ ได้

1. จงแยกตัวประกอบของพหุนามในข้อต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1) $2x^2 + 24x + 70$ | $(2x+10)(x+7)$ |
| 2) $2x^2 + 13x - 7$ | $(2x-1)(x+7)$ |
| 3) $2x^2 + 13x + 6$ | $(2x+1)(x+6)$ |
| 4) $3x^2 - 39x + 66$ | $(3x-6)(x-11)$ |
| 5) $3x^2 + 11x + 6$ | $(3x+2)(x+3)$ |
| 6) $5x^2 + 20x + 20$ | $(5x+10)(x+2)$ |
| 7) $5x^2 + 7x + 2$ | $(5x+2)(x+1)$ |
| 8) $6x^2 + 54x + 120$ | $(2x+10)(3x+12)$ |
| 9) $8x^2 - 22x + 5$ | $(4x-1)(2x-5)$ |
| 10) $24x^4 + 40x^3 + 6x^2$ | $(12x^2 + 2x)(2x^2 + 3x)$ |

รายวิชาคณิตศาสตร์	แบบฝึกทักษะย่อย 9	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

ให้นักเรียนแยกตัวประกอบโดยทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

$$\begin{aligned}
 1. \quad x^2 - 2x - 4 &= (x^2 - 2x + 1) - 1 - 4 \\
 &= (x - 1)^2 - 5 \\
 &= (x - 1)^2 - (\sqrt{5})^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad x^2 + 6x + 2 &= (x^2 + 6x + 9) - 9 + 2 \\
 &= (x + 3)^2 - 7 \\
 &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad x^2 - 10x + 8 &= (x^2 - 10x + 25) - 25 + 8 \\
 &= (x - 5)^2 - 17 \\
 &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \quad 9x^2 + 6x - 1 &= (9x^2 + 6x + 1) - 1 - 4 \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \quad -3x^2 + 6x + 4 &= -3(x^2 - 2x) + 4 \\
 &= -3(x^2 - 2x + 1 - 1) + 4 \\
 &= -3(x - 1)^2 + 3 + 4 \\
 &= -3(x - 1)^2 + 7 \\
 &= -3\left[(x - 1)^2 - \frac{7}{3}\right] \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \quad 4x^2 - 4x - 5 &= 4\left(x^2 - x\right) - 5 \\
 &= 4\left(x^2 - x + \frac{1}{4} - \frac{1}{4}\right) - 5 \\
 &= 4\left(x^2 - x + \frac{1}{4}\right) - 4\left(\frac{1}{4}\right) - 5 \\
 &= 4\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - 1 - 5 \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

รายวิชาคณิตศาสตร์	เฉลยแบบฝึกทักษะย่อย 9	ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ค 41101	เรื่อง การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการแก้สมการกำลังสอง	เวลา 10 นาที
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	การแยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์	นางสาววาสนา วงษ์สังข์ ผู้สอน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์ แยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

ให้นักเรียนแยกตัวประกอบโดยทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์

1. $x^2 - 2x - 4 = (x - 1 - \sqrt{5})(x - 1 + \sqrt{5})$
2. $x^2 + 6x + 2 = (x - 3 - \sqrt{7})(x - 3 + \sqrt{7})$
3. $x^2 - 10x + 8 = (x - 22)(x + 12)$
4. $9x^2 + 6x - 4 = (3x - 1 - \sqrt{5})(3x - 1 + \sqrt{5})$
5. $-3x^2 + 6x + 4 = -3(x - 1 - \frac{\sqrt{7}}{3})(x - 1 + \frac{\sqrt{7}}{3})$
6. $4x^2 - 4x - 5 = 4(x - \frac{1}{2} - \sqrt{6})(x - \frac{1}{2} + \sqrt{6})$

แผนการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

1. มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ค 1.1.1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้

ค 1.1.2 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์

มาตรฐานการเรียนรู้ : สาระที่ 4 พีชคณิต

ค 4.2.3 แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้
2. เข้าใจความหมายและผลลัพธ์ที่เกิดจาก การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง
3. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงที่เกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้
4. แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงได้

2. สาระการเรียนรู้

สอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ปลายทาง

3.1.1 สอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน

3.2 จุดประสงค์นำทาง

3.2.1 นักเรียนทำข้อสอบวัดความรู้หลังเรียนได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

4. เนื้อหาสาระ

สอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ 1. ครูแจกข้อสอบกระดาษคำตอบและชี้แจงการทำข้อสอบโดยใช้เวลา 30 นาที

ขั้นสอน 2. นักเรียนลงมือทำข้อสอบ

3. ครูเก็บกระดาษข้อสอบ

ขั้นสรุป 4. ครูกำหนดเวลาบอกคะแนนนักเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 ข้อสอบวัดผลหลังเรียน เรื่องจำนวนจริง

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

7.1 วัดผลหลังเรียน เรื่องจำนวนจริง

8. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววาสนา วงษ์สังข์)

9. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ว่าที่ ร.ต.....

(มนต์เมืองใต้ รอดอยู่)

ผู้อำนวยการโรงเรียนปรีดารามวิทยาคม

ภาคผนวก ง

แบบประเมินและผลประเมินหาคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

(กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ผู้วิจัย: นางสาววาสนา วงษ์สังข์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ชื่อเรื่อง : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม
3. วิชาคณิตศาสตร์
4. ลักษณะสื่อที่ใช้กับบทเรียน : เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบรรจุใน *CD-ROM* จำนวน 1 แผ่น
5. เนื้อหาสาระสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : เรื่องจำนวนจริง ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้
 - หน่วย 1 ความหมายและโครงสร้าง
 - หน่วย 2 สมบัติของจำนวนจริง
 - หน่วย 3 การนำสมบัติของจำนวนจริงแก่สมการ
 - หน่วย 4 สมบัติการไม่เท่ากัน
6. วัตถุประสงค์ของบทเรียน
 - 1) บอกความเกี่ยวข้องของเซตจำนวนจริง เซตจำนวนตรรกยะ เซตของจำนวน อตรรกยะ เซตของจำนวนเต็ม และเซตของจำนวนนับได้บอกสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก และการนำไปใช้ได้
 - 2) บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนชนิดใด
 - 3) นำสมบัติการเท่ากันของจำนวนจริงไปใช้ได้
 - 4) บอกสมบัติของจำนวนจริงที่เกี่ยวกับการบวก และการนำไปใช้ได้
 - 5) บอกสมบัติของจำนวนจริงที่เกี่ยวกับการคูณ และการนำไปใช้ได้
 - 6) บอกความหมายของเอกนาม พหุนามได้
 - 7) แยกตัวประกอบของพหุนามได้
 - 8) แยกตัวประกอบของพหุนามในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัวและ $a \neq 0, c \neq 0$ ได้
 - 9) แยกตัวประกอบของพหุนามที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้
 - 10) แก้สมการตัวแปรเดียวและสมการกำลังสองตัวแปรเดียวได้
 - 11) บอกความหมายของการไม่เท่ากันในระบบจำนวนจริงได้
 - 12) เขียนช่วงแทนเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
 - 13) เขียนกราฟแทนเซตที่กำหนดให้ได้

ส่วนที่ 2 รายการประเมินประสิทธิภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเชี่ยวชาญ

(กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ)

คำชี้แจง

- แบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
- โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ส่วนนำของบทเรียน					
1.1 การสร้างความสนใจของผู้เรียน					
1.2 การให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น (วัตถุประสงค์ของบทเรียน เมนูหลัก ส่วนช่วยเหลือ ฯลฯ)					
2. ส่วนเนื้อหาของบทเรียน					
2.1 มีความถูกต้องตามหลักวิชา					
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ					
2.3 สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน					
2.4 มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง					
2.5 ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					
2.6 ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติและคุณธรรม จริยธรรม					
2.7 ความยาวในการนำเสนอแต่ละหน่วย					
3. ด้านการใช้ภาษา					
3.1 การใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม					
3.2 สื่อความหมายได้ชัดเจน					
3.3 ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
4. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน					
4.1 ออกแบบด้วยระบบตรรกะที่ดี เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง					
4.2 ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์					
4.3 มีความยืดหยุ่น สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ครอบคลุมลำดับเนื้อหา ลำดับการเรียนการสอนและแบบฝึกหัดได้					
4.4 มีความยาวของการนำเสนอในแต่ละหน่วย/ตอน เหมาะสม					
4.5 มีกลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหา เหมาะสมและน่าสนใจ					
4.6 มีกลยุทธ์ประเมินผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลาย มีปริมาณที่เพียงพอที่สามารถตรวจสอบความเข้าใจเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้					
5. ส่วนประกอบด้าน Multimedia					
5.1 ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้ สัดส่วนเหมาะสม สวยงาม					
5.2 ลักษณะของขนาด สี ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย					
5.3 ภาพกราฟิก / ภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาและมีความสวยงาม ชัดเจน					
5.4 มีความสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างภาพ					
6. การออกแบบปฏิสัมพันธ์					
6.1 ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้งาน สะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ การควบคุมเส้นการเดินทางเรียน (Navigation) ชัดเจน ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่างๆ ได้ง่าย รูปแบบปฏิสัมพันธ์ เช่น การพิมพ์ การใช้เมาส์เหมาะสม มีการควบคุมทิศทางความรวดเร็วของบทเรียน					
6.2 การให้ผลป้อนกลับเสริมแรงหรือให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลป้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และแก้ปัญหา					

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						\bar{x}	S.D.	แปรผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
1. ส่วนนำของบทเรียน									
1.1 การเร้าความสนใจของผู้เรียน	4	3	4	4	4	3	3.67	0.52	ดี
1.2 การให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น (วัตถุประสงค์ของบทเรียน เมนูหลัก ส่วนช่วยเหลือ ฯลฯ)	4	4	3	4	3	4	3.67	0.52	ดี
2. ส่วนเนื้อหาของบทเรียน									
2.1 มีความถูกต้องตามหลักวิชา	4	5	5	4	5	5	4.67	0.52	ดีมาก
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ	5	4	4	5	4	4	4.33	0.52	ดี
2.3 สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน	4	4	5	4	4	5	4.33	0.52	ดี
2.4 มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	4	3	4	3	4	4	3.67	0.52	ดี
2.5 ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	3	4	4	4	3.83	0.41	ดี
2.6 ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติและคุณธรรมจริยธรรม	5	4	5	5	5	4	4.67	0.52	ดีมาก
2.7 ความยาวในการนำเสนอแต่ละหน่วย	3	5	4	4	4	4	4.00	0.63	ดี

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						\bar{x}	S.D.	แปรผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
3. ด้านการใช้ภาษา									
3.1 การใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม	5	5	4	5	5	4	4.67	0.52	ดีมาก
3.2 สื่อความหมายได้ชัดเจน	4	5	4	4	4	4	4.17	0.41	ดี
3.3 ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	3	5	5	4	4.17	0.75	ดี
4. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน									
4.1 ออกแบบด้วยระบบตรรกะที่ดี เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	4	5	4	4	4	4	4.17	0.41	ดี
4.2 ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	4	3	4	3	4	4	3.67	0.52	ดี
4.3 มีความยืดหยุ่นสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ครอบคลุมลำดับเนื้อหา ลำดับการเรียนการสอนและแบบฝึกหัดได้	4	3	3	3	3	4	3.33	0.52	ปานกลาง
4.4 มีความยาวของการนำเสนอในแต่ละหน่วย/ตอนเหมาะสม	4	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดี
4.5 มีกลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาเหมาะสมและน่าสนใจ	3	3	4	4	3	3	3.33	3.39	ปานกลาง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						\bar{x}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
4.6 มีกลยุทธ์ประเมินผล ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ อย่างเหมาะสม มีความ หลากหลาย มีปริมาณที่ เพียงพอที่สามารถ ตรวจสอบความเข้าใจ เข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง ได้	4	4	4	3	3	4	3.67	3.61	ดี
5. ส่วนประกอบด้าน Multimedia									
5.1 ออกแบบหน้าจอ เหมาะสม ง่ายต่อการ ใช้ สัดส่วนเหมาะสม สวยงาม	4	3	4	3	4	4	3.67	0.52	ดี
5.2 ลักษณะของขนาด ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย	4	5	5	3	4	4	4.17	0.75	ดีมาก
5.3 ภาพกราฟิก / ภาพเคลื่อนไหว สอดคล้อง กับเนื้อหาและมีความ สวยงามชัดเจน	4	4	4	3	4	4	3.83	0.41	ดี
5.4 มีความสร้างสรรค์ใน การออกแบบและสร้างภาพ	4	4	3	3	3	4	3.50	0.55	ดี

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						\bar{x}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
6. การออกแบบปฏิสัมพันธ์ 6.1 ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้ง่าย สะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ การควบคุมเส้นการเดินทาง (Navigation) ชัดเจน ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่างๆ ได้ง่าย รูปแบบปฏิสัมพันธ์ เช่น การพิมพ์ การใช้เมาส์เหมาะสม มีการควบคุมทิศทางความเร็วของบทเรียน	4	3	3	3	4	3	3.33	0.52	ปานกลาง
6.3 การให้ผลป้อนกลับเสริมแรงหรือให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลป้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และแก้ปัญหา	4	5	4	3	4	4	4.00	0.63	ดี
เฉลี่ยรวม							3.67	0.57	ดี

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ในการทดลองภาคสนาม

ตารางที่ 12 แสดงผลประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการทดลองภาคสนาม

คนที่	คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ (E_1)				รวม (32)	คะแนนหลังเรียน(E_2) (30)
	หน่วยที่ 1 (8)	หน่วยที่ 2 (8)	หน่วยที่ 3 (8)	หน่วยที่ 4 (8)		
1.	7	7	6	7	27	25
2.	8	7	7	7	29	27
3.	7	7	6	5	25	24
4.	6	6	5	6	23	23
5.	6	5	5	6	22	22
6.	8	7	7	7	29	27
7.	7	6	5	6	24	23
8.	6	7	5	6	24	24
9.	6	6	5	6	23	22
10.	7	7	7	7	28	26
11.	6	6	5	6	23	22
12.	6	6	5	6	23	23
13.	7	6	6	6	25	26
14.	7	5	6	7	25	26
15.	6	6	6	6	24	23
16.	6	6	6	5	23	22
17.	7	6	6	6	25	24
18.	6	7	6	6	25	23
19.	6	6	5	5	22	22
20.	5	6	5	6	22	21
21.	6	6	6	6	24	22
22.	7	6	6	6	25	24
23.	5	6	6	6	23	21
24.	6	7	6	7	26	24

คนที่	คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ (E_1)				รวม (32)	คะแนนหลังเรียน(E_2) (30)
	หน่วยที่ 1 (8)	หน่วยที่ 2 (8)	หน่วยที่ 3 (8)	หน่วยที่ 4 (8)		
25.	6	6	6	6	24	22
26.	5	6	6	7	24	22
27.	7	6	6	6	25	23
28.	6	6	6	5	23	21
29.	6	7	6	6	25	23
30.	6	6	6	6	24	21
31.	6	6	7	7	26	25
32.	6	6	6	6	24	22
33.	6	6	6	7	25	24
34.	6	5	6	5	22	22
35.	6	6	7	6	25	24
รวม	220	216	206	214	856	814
\bar{x}	6.29	6.17	5.89	6.11	24.46	23.26
S.D.	0.71	0.57	0.63	0.63	1.79	1.65
ร้อยละ	78.57	77.14	73.57	76.43		
$E_1=76.43$						$E_2=77.52$

ภาคผนวก ฉ
แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
และผลการประเมินการทำงานกลุ่ม

แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์

ข้อความ	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. มีการวางแผนและมีการตกลงเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม					
2. มีการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม					
3. มีการเสนอความคิดเห็นและรับความคิดเห็นของผู้อื่น					
4. มีการถ่ายทอดความรู้ให้กันในกลุ่ม					
5. มีการให้ความช่วยเหลือเพื่อนในการทำงาน					
6. มีระเบียบวินัยในการเรียน					
7. มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรม					
8. มีความกระตือรือร้นในการเรียน					
9. มีหมั่นซักถามตอบคำถามในการกิจกรรมการเรียน					
10. สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อยู่					

.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ตารางที่ 13 แสดงผลการดำเนินงานของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีพร้อมกันกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

ข้อ	ข้อความ	การประเมินการทำงานกลุ่ม												ผลการประเมิน	แปลผล		
		สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 3		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 5		สัปดาห์ที่ 6					
		น.ร.	ครู	น.ร.	ครู	น.ร.	ครู	น.ร.	ครู	น.ร.	ครู	น.ร.	ครู			ค่าเฉลี่ยของการประเมินโดย	S.D.
1.	การวางแผนและมีการตกลงเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของ	4.30	4.00	3.90	3.90	3.60	3.70	3.40	3.70	3.90	3.80	3.50	3.83	3.77	3.80	0.97	ดี
2.	การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	3.90	4.10	3.80	3.80	4.00	4.00	3.60	3.60	3.90	3.50	3.60	3.87	3.67	3.77	1.03	ดี
3.	การเสนอความคิดเห็นและรับความคิดเห็นของผู้อื่น	4.10	3.60	3.90	3.40	3.80	3.50	3.70	3.50	3.80	3.60	3.50	3.80	3.52	3.66	1.03	ดี
4.	การถ่ายทอดความรู้ให้กันในกลุ่ม	4.10	4.20	4.10	4.00	4.00	4.40	4.00	4.00	4.30	4.40	4.40	4.22	4.12	4.17	0.94	ดี
5.	การให้ความช่วยเหลือเพื่อนในการทำงาน	4.30	3.80	4.20	3.90	4.20	4.20	4.00	4.00	4.40	3.60	4.10	4.23	3.88	4.06	0.90	ดี
6.	ระมัดระวังภัยในการทำงาน	4.50	4.40	4.50	4.60	4.40	4.30	4.30	4.30	4.40	4.00	4.60	4.45	4.35	4.40	0.66	ดี
7.	ความรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรม	4.30	4.20	4.60	4.10	4.50	4.30	4.20	4.20	4.10	4.40	4.30	4.35	4.17	4.26	0.92	ดี
8.	ความกระตือรือร้นในการเรียน	4.40	4.30	4.40	4.30	4.50	4.10	4.20	4.10	4.00	4.00	4.10	4.27	4.18	4.23	0.80	ดี
9.	การตอบคำถามในการกิจกรรมการเรียนรู้	3.80	3.90	3.80	3.80	4.30	4.20	4.20	3.70	3.70	4.00	4.10	3.98	3.90	3.94	0.96	ดี
10.	สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้	4.30	4.10	4.20	4.30	4.10	4.20	4.20	4.00	4.30	4.30	4.20	4.22	4.18	4.20	0.87	ดี
เฉลี่ย												4.12	3.97	4.05	0.91	ดี	

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความคิดเห็นและผลการประเมินความคิดเห็น
ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
เรื่องจำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนจริง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยการเลือกตอบระดับความคิดเห็นที่นักเรียนเห็น
 ด้วยในข้อความแต่ละข้อ โดยที่ความคิดเห็นของนักเรียน ไม่มีผลกระทบกับผลการเรียน
 ทั้งสิ้น

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น					
2. สามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้อีก					
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของตนเอง					
4. ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะติดตามบทเรียนมากขึ้น					
5. นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับบทเรียน					
6. นักเรียนมีอิสระในขณะที่เรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนชัดเจนขึ้น					
7. ดึงดูดความสนใจทำให้เกิดความตั้งใจในการเรียนและเรียนได้นาน					
8. ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น					
9. นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดเวลา					
10. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่คุ้มค่า					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
11. ต้องการเรียนด้วยบทเรียนลักษณะนี้ในเนื้อหาอื่น ๆ					
12. รู้สึกสับสนเมื่อมีการหมุนเวียนกันทำหน้าที่ต่าง ๆ ในกลุ่ม					
13. การเรียนแบบร่วมมือทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความเห็นใจและช่วยเหลือกันมากขึ้นกว่าการเรียนแบบเดิม					
14. การเรียนแบบร่วมมือทำให้มีความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น					
15. การได้รับความชื่นชมเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมหรือผลการปฏิบัติงานดี					
16. มีโอกาสแก้ตัวใหม่เมื่อคะแนนหรือผลการปฏิบัติงานไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้					
17. การได้รับการส่งเสริมทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนครั้งต่อไป					
18. ช่วยปลูกฝังระบบประชาธิปไตยให้กับนักเรียน					
19. มีส่วนช่วยให้การประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มอย่างมีเหตุผล					
20. มีส่วนช่วยให้ระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น					

ตารางที่ 14 แสดงผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ

ข้อความ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เข้าใจ เนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.46	0.74	ดี	8
2. สามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้อีก	4.51	0.51	ดีมาก	7
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วหรือช้าตาม ความสามารถของตนเอง	4.46	0.56	ดี	8
4. ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะติดตาม บทเรียนมากขึ้น	4.40	0.60	ดี	9
5. นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับบทเรียน	4.51	0.51	ดีมาก	7
6. นักเรียนมีอิสระในขณะที่เรียนช่วยให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาที่เรียนชัดเจนขึ้น	4.51	0.56	ดีมาก	7
7. ดึงดูดความสนใจทำให้เกิดความตั้งใจในการ เรียนและเรียนได้นาน	4.40	0.65	ดี	9
8. ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มากขึ้น	4.51	0.51	ดีมาก	7
9. นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดเวลา	4.71	0.46	ดีมาก	3
10. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ คุ้มค่า	3.03	0.79	ปานกลาง	11
11. ต้องการเรียนด้วยบทเรียนลักษณะนี้ในเนื้อหา อื่น ๆ	4.54	0.51	ดีมาก	6
12. รู้สึกสับสนเมื่อมีการหมุนเวียนกันทำหน้าที่ ต่าง ๆ ในกลุ่ม	3.17	0.86	ปานกลาง	10
13. การเรียนแบบร่วมมือทำให้สมาชิกในกลุ่มมี ความเห็นใจ และช่วยเหลือกันมากขึ้นกว่าการเรียนแบบเดิม	4.63	0.49	ดีมาก	5

ข้อความ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
14. การเรียนแบบร่วมมือทำให้มีความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.69	0.47	ดีมาก	4
15. การได้รับความชื่นชมเมื่อตั้งใจทำกิจกรรมหรือผลการปฏิบัติงานดี	4.71	0.46	ดีมาก	3
16. มีโอกาสแก้ตัวใหม่เมื่อคะแนนหรือผลการปฏิบัติงานไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้	4.74	0.44	ดีมาก	2
17. การได้รับการส่งเสริมทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนครั้งต่อไป	4.71	0.46	ดีมาก	3
18. ช่วยปลูกฝังระบบประชาธิปไตยให้กับนักเรียน	4.69	0.47	ดีมาก	4
19. มีส่วนช่วยให้การประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มอย่างมีเหตุผล	4.74	0.44	ดีมาก	2
20. มีส่วนช่วยให้ระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น	4.77	0.43	ดีมาก	1
เฉลี่ยรวม	4.45	0.55	ดี	

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



หน้าจอแสดงการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



หน้าจอแสดงการป้อนข้อมูลนักเรียน

คำ แนะนำ ใ้การใช้ทเรียน

1. คลิกที่ปุ่มมุมบนซ้ายหรือคลิกที่ไอคอนลูกบอลในเมนูที่ด้านบน
2. คลิกที่ปุ่มขวา บนจอคอมพิวเตอร์เป็นหน้าจอหน้าเว็บ
3. คลิกที่ปุ่มขวา บนจอคอมพิวเตอร์เป็นหน้าจอหน้าต่างเนื้อหาเว็บ
4. คลิก  ใช้สำหรับย้อนกลับ
5. คลิก  ใช้สำหรับหน้าถัดไป
6. คลิก  ใช้กลับหน้าหลัก




หน้าจอแสดงคำแนะนำการใช้ทเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง
2. บอกสมบัติของการเท่ากันจำนวนจริงได้
3. บอกสมบัติของจำนวนจริงที่เกี่ยวกับการบวกและการคูณได้
4. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเอกนาม พหุนามและการแยกตัวประกอบได้
5. สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองได้
6. แก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้
7. แก้สมการตัวแปรเดียวโดยใช้สูตรได้
8. เข้าใจความหมายของการไม่เท่ากันและช่วงของจำนวนจริง




หน้าจอแสดงจุดประสงค์การเรียนรู้



ตัวอย่างหน้าจอเริ่มต้นของบทเรียน



หน้าจอแสดงเมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

The screenshot shows a digital learning interface with a sidebar on the left containing unit labels: UNIT 1, UNIT 2, UNIT 3, and UNIT 4. The main content area has a blue background with the title 'ความหมายจำนวนจริง' (Meaning of Real Numbers) in large yellow text. Below the title is the subtitle 'ความหมายของจำนวนจริง' (Meaning of Real Numbers). The text explains that the first number humans thought of was a countable number, represented by $N = \{1, 2, 3, \dots\}$. It then states that as the world developed, humans developed other numbers to represent different quantities, such as height, population, and the length of a circle, which can be represented by real numbers.

จำนวนที่มนุษย์คิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นจำนวนที่ใช้นับสิ่งของเรียกว่า จำนวนนับหรือเซตของจำนวนนับ แทนด้วย $N = \{1, 2, 3, \dots\}$
 ต่อมา โลกมีการพัฒนามากขึ้น มนุษย์จึงพัฒนาจำนวนอื่นๆ เพื่อใช้แทน ปริมาณต่างๆ เช่น น้ำหนัก จำนวนประชากร ความยาวของเส้นรอบวง จำนวนซึ่งสามารถแทนสิ่งเหล่านี้ได้ เรียกว่า จำนวนจริง

At the bottom of the interface, there is a navigation bar with a '1/9' indicator and three buttons: 'Home', 'Back', and 'Next'. A cartoon character of a girl with glasses and a red dress is on the left, and a small house illustration is on the right.

หน้าจอเนื้อหาบทเรียนหน่วยที่ 1

The screenshot shows a digital learning interface with a sidebar on the left containing unit labels: UNIT 1, UNIT 2, UNIT 3, and UNIT 4. The main content area has a blue background with the title 'สมบัติของจำนวนจริง' (Properties of Real Numbers) in large yellow text. Below the title are four buttons: 'สมบัติการเท่ากัน' (Equality Property), 'สมบัติการบวก' (Addition Property), 'สมบัติการคูณ' (Multiplication Property), and 'แบบทดสอบ' (Test). The background features a cartoon illustration of a girl with glasses and a red dress pointing at the screen, with a sun rising over green hills.

สมบัติการเท่ากัน สมบัติการบวก
 สมบัติการคูณ แบบทดสอบ

หน้าจอเนื้อหาบทเรียนหน่วยที่ 2



หน้าจอเนื้อหาบทเรียนหน่วยที่ 3



หน้าจอเนื้อหาบทเรียนหน่วยที่ 4

UNIT 1
UNIT 2
UNIT 3
UNIT 4

ความหมายจำนวนจริง

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

1. 0101010101..... เป็นจำนวนตรรกยะ

จริง เท็จ

9/9 Home Back Next

หน้าจอแสดงแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

UNIT 1
UNIT 2
UNIT 3
UNIT 4

การนำสมบัติกำลังจริงแก่สมการ

จงเติมตัวเลขลงในช่องว่างเพื่อแยกตัวประกอบของพหุนามให้ถูกต้อง

- $x^2 - 1 = (x-1)(x+ \dots)$
- $x^2 - 4 = (x- \dots)(x+2)$
- $x^2 - 9 = (x-3)(x+ \dots)$
- $x^2 - 16 = (x- \dots)(x+4)$
- $x^2 - 100 = (x-10)(x+ \dots)$
- $x^2 - 121 = (x-11)(x+ \dots)$
- $x^2 - 144 = (x- \dots)(x+12)$
- $3x^2 - 1200 = 3(x- \dots)(x+20)$
- $5x^2 - 500 = 5(x-10)(x+ \dots)$
- $4x^2 - 64 = 4(x-4)(x+ \dots)$

12/12 Home Back Next

หน้าจอแสดงแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

cai

แบบทดสอบประจำหน่วย

1. $(xy)z = x(zy)$ ตรงกับสมบัติในข้อใด

- ก) ปิดสำหรับการบวก
- ข) เปลี่ยนกลุ่มการคูณและสลับที่การคูณ
- ค) การแจกแจง
- ง) เปลี่ยนกลุ่มการคูณและการสะท้อน

ขอให้โชคดี

หน้าจอแสดงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2

แบบทดสอบก่อนเรียน

1. จำนวนในข้อใดเป็นจำนวนอตรรกยะทั้งหมด

- ก) $\frac{3}{4}, \sqrt{2}, \pi$
- ข) $3.76666\dots, \sqrt[3]{7}, \pi$
- ค) $4.421421421\dots, \sqrt{4}, \frac{5}{7}$
- ง) $2.212112111\dots, \pi, \sqrt{5}$

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

เวลา ข้อละ 1 นาที

ตอบถูก 0 ข้อ

ตอบผิด 0 ข้อ

หน้าจอแสดงแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเท็จ

- ก $-6X^2Y$ เป็นเอกนามที่มี -6 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 4
- ข $-XY$ เป็นเอกนามที่มี -1 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 2
- ค 0 เป็นเอกนามที่มี 0 เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 1
- ง $-2^{-3}XY^2$ เป็นเอกนามที่มี $-\frac{1}{8}$ เป็นสัมประสิทธิ์ และมีดีกรีเป็น 7



หน้าจอแสดงแบบทดสอบหลังเรียน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววราภษา	รังษะสิงห์	
วัน เดือน ปีเกิด	22 เมษายน	2515	
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม		
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	261 หมู่ 3 ตำบลคลองจินดา		
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อำเภอสามพราน	จังหวัดนครปฐม	73110
	ครู คศ.2	ปฏิบัติการสอนวิชาคณิตศาสตร์	
	โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม ตำบลคลองจินดา		
	อำเภอสามพราน	จังหวัดนครปฐม	73110



หน้าจอแสดงเมื่อออกจากบทเรียน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววาสนา วงษ์สังข์
วัน เดือน ปีเกิด	22 เมษายน 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	261 หมู่ 3 ตำบลคลองจินดา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.2 ปฏิบัติการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนปรีดารามวิทยาคม ตำบลคลองจินดา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางเลนวิทยา จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางเลนวิทยา จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2538	ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม