

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

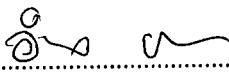
เอกพงษ์ โตชัยศรี

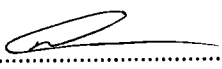
TH0020939
28 พ.ค. 2557
337478
รับบริการ
23 ก.ย. 2557

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

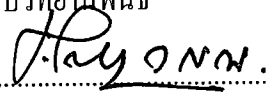
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เอกพงษ์ โตชัยศรี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

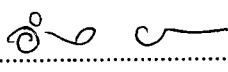
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

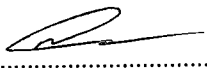
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ)

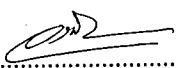
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สาธินี เลิศประไพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ดร.ช.ธง พวงสุวรรณ)

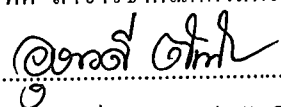
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อำพล ธรรมเจริญ)

.....กรรมการ
(ดร.สาธินี เลิศประไพ)

.....กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

.....กรรมการ
(ดร.รักพร ดอกจันทร์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่ 2๙ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2556

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล
ธรรมเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.สาธิตี เลิศประไพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้
คำปรึกษาแนะนำแนวทางการวิจัยที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียด
ถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูง
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ นายโกวิทย์ บุญกระจำง นางผ่องศรี วุฒิจักร นางยุพดี ทองพันธ์ข้าง
นางสาวเยาวลักษณ์ พลาบุตร นางหัตยา โกทชงรักษ์ และ นางวรินทร์พร เอี่ยมวราฤทธิ์ ที่กรุณา
ให้คำปรึกษา ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือ ให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ใน
การวิจัย ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการวรัช ศรีสว่าง
ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง คุณครูอนุชรี อ่อนละม้าย หัวหน้ากลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/10 ปีการศึกษา 2555 ที่
สละเวลาให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการทดลอง เก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงเครื่องมือ
ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ให้ความ
ร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันผู้ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ที่ให้
งบประมาณในการสนับสนุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง เพื่อน ๆ และผู้ร่วมงานทุกคนที่ให้ความสนใจ
และเป็นแรงบันดาลใจให้เกิดความมานะพยายามจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้น
ปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและห่วงใยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูจดเวทิตาแด่
บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา
และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

เอกพงษ์ โตชัยศรี

52990034: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: บทเรียนโปรแกรม/ ลิมิตและอนุพันธ์

เอกพงษ์ โตชัยศรี: การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (THE CONSTRUCTION OF A PROGRAMMED INSTRUCTION PACKAGE IN MATHEMATICS ON LIMIT AND DERIVATIVES FOR MATTHAYOMSUKSA SIX STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อ่ำพล ธรรมเจริญ, Ph.D. 156 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล E1/E2 ดังนี้ ประสิทธิภาพ (EI) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 76.67/76.43 ซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้
2. ค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่า 0.6802
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ อยู่ในระดับมาก

52990034: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION ; M.Sc.

(MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: PROGRAMMED INSTRUCTION PACKAGE/ LIMIT AND DERIVATIVES

AEGAPONG TOCHAI SRI: THE CONSTRUCTION OF A PROGRAMMED INSTRUCTION PACKAGE IN MATHEMATICS ON LIMIT AND DERIVATIVES FOR MATTHAYOMSUKSA VI STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: AMPON THAMMACHAROEN, Ph.D. 156 P. 2013.

The purposes of this research were to develop of a programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives , as of the Standardized criterion 70/70 , to study the effectiveness index of learning by a programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives and to study student's level of satisfaction toward the lesson as mentioned above. The subjects of this study were 50 Matthayomsuksa VI students of Satri Angthong School. Tools used in the research were a programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives for matthayomsuksa VI students , Achievement tests and questionnaire of student's desirability toward a programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives. The data were statistically analyzed by using Effectiveness Index , arithmetic mean and sample standard deviation.

The findings were follow :

1. The efficiency of the programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives was 76.67/76.43 , higher than the criterion 70/70
2. Effectiveness Index of a programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives for matthayomsuksa VI students was 0.68
3. The student's desirability toward the programmed instruction package in mathematics on Limit and Derivatives was high .

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทเรียนโปรแกรม.....	9
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	28
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	40
ความพึงพอใจ.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	48
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	53
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	54
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
ขั้นตอนการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
4 ผลการวิจัย.....	69
ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70	70
ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	72
ตอนที่ 3 วิเคราะห์เจตคติแบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ การเรียนคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	73
5 สรุปและอภิปรายผล.....	75
สรุปผลการวิจัย.....	75
อภิปรายผลการวิจัย.....	76
ข้อเสนอแนะ.....	79
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	87
ภาคผนวก ก	88
ภาคผนวก ข	98
ภาคผนวก ค	118
ภาคผนวก ง	127
ภาคผนวก จ	130
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	155

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงหัวข้อย่อยและผลการเรียนรู้ของบทเรียนโปรแกรม.....	55
2	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำแนกรายชุด.....	70
3	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70.....	72
4	ดัชนีประสิทธิผล (E.L.) ของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	72
5	ความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	73
6	แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ	99
7	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์	104
8	แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	105
9	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	114
10	ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ.....	116
11	ค่า p, q, pq และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน เรียนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ	117
12	ผลการประเมินบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของผู้เชี่ยวชาญ	119
13	คะแนนรายชุดของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 35 คน	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 35 คน	122
15	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน.....	124
16	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดความพึงพอใจ ต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ...	128
17	ค่าเฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน.....	129

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 บทเรียนแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง (Linear Programme).....	13
2 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme).....	14
3 การแสดงสาขาลักษณะ Remedial Loops	14
4 การแตกสาขาลักษณะ Secondary Tracks.....	15
5 การแตกสาขาแบบ Gate Frame	16

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย การจัดการศึกษาของประเทศไทยจำเป็นต้องจัดให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพราะการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นกระบวนการในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา (สิริพร ทิพย์คง, 2543, หน้า 15) ดังนั้น กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 15-16)

หัวใจสำคัญของการปฏิรูปทางการศึกษา คือ การปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อสร้างคนไทยให้เป็น คนดี คนเก่ง และมีความสุข ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษา โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และรู้จักแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (วรณัน ขุนศรี, 2546, หน้า 73) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาความคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วยังมุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เห็นอกเห็นใจผู้อื่น และสามารถแก้ปัญหาข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 45)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีส่วนในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์ จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนามนุษย์

ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งการศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข สามารถนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตและประกอบอาชีพ จึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่จะต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน เพื่อบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด อันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ คือทำให้ผู้เรียนเป็นคนที่สามารถสื่อสารได้ คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น ใช้เทคโนโลยีได้ และมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตนั่นก็คือสามารถนำทักษะกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตของตน และปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบถ้วนสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะที่เป็นพลเมืองไทย และพลเมืองโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1, 5-7)

ปัญหาสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันคือ ในธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม การสอนคณิตศาสตร์ของครูหลาย ๆ คนจะเกิดปัญหาความเบื่อหน่าย ไม่ทราบจะสรรหาวิธีการสอนใดที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดความสนุกสนานในการเรียน (ฉวีวรรณ เสวตมาลย์, 2544) และครูบางคนให้ความสำคัญกับการท่องจำไม่ฝึกให้คิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและมุ่งเน้นความรู้ความจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์จึงทำให้ผู้เรียนไม่ค่อยมีความสุขค่อนข้างเครียด วิตกกังวลสูงไม่มีทักษะในการประยุกต์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันตลอดจนขาดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยเบื่อหน่ายการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะครูส่วนใหญ่มักเชื่อมโยงให้เด็กท่องจำสูตรสมการนำเวียนหัวต่าง ๆ มากมาย ที่ไม่เห็นจะเกี่ยวข้องกับชีวิตของพวกเขา ด้วยวิธีการสอนเช่นนี้ทำให้เด็กที่อาจมีความสามารถด้านคณิตศาสตร์พาลเกลียดวิชาคณิตศาสตร์ ไปเลยก็มี (กองบรรณาธิการ, 2545, หน้า 33)

สำหรับเนื้อหาเรื่อง แคลคูลัส (Calculus) จัดเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ที่สำคัญยิ่ง ซึ่งพัฒนามาจากพีชคณิต เรขาคณิต และปัญหาทางฟิสิกส์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายกฎเกณฑ์ธรรมชาติเป็นพื้นฐานของความเข้าใจโลกและปรากฏการณ์ต่าง ๆ แคลคูลัสช่วยให้เราสามารถคำนวณวงโคจรของดาวต่าง ๆ ช่วยคำนวณกระแสไฟฟ้า คำนวณหาเส้นแรงในอาคารรูปแปลกเพื่อให้เราสามารถสร้างอาคารเหล่านั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด

ของรุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (2550) ที่ว่าเนื้อหาเรื่องแคลคูลัส เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งของ วิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เช่น การเจริญเติบโตของร่างกายในแต่ละวัน การเพิ่มของพลเมืองในแต่ละประเทศ การเกิดและการตายของพืชและสัตว์ การละลายของสารเคมี หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แคลคูลัสมีต้นกำเนิดจากสองแนวคิดหลัก โดยแนวคิดแรกคือ แคลคูลัสเชิงอนุพันธ์ (Differential Calculus) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง และเกี่ยวข้องกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การหาความเร็ว ความเร่ง หรือความชันของเส้นโค้ง บนจุดที่กำหนดให้ ทฤษฎีของอนุพันธ์หลายส่วนได้แรงบันดาลใจจากปัญหาทางฟิสิกส์ สำหรับแนวคิดที่สองคือ แคลคูลัสเชิงปริพันธ์ (Integral Calculus) เป็นทฤษฎีที่ได้แรงบันดาลใจจากการคำนวณหาพื้นที่หรือปริมาตรของรูปเรขาคณิตสองมิติหรือสามมิติต่าง ๆ ทฤษฎีนี้ใช้กราฟของฟังก์ชัน แทนรูปเรขาคณิตสองมิติหรือสามมิติและใช้ทฤษฎีปริพันธ์ (หรืออินทิเกรต) เป็นหลักในการคำนวณหาพื้นที่และปริมาตร

จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าเนื้อหาเรื่องแคลคูลัส มีผลต่อการเจริญก้าวหน้าทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศเป็นอย่างมาก แต่จากประสบการณ์ในการสอนเนื้อหาเรื่อง แคลคูลัสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของผู้ทำวิจัยเอง จาก 2 โรงเรียนคือ โรงเรียน หลวงพ่อปานคลองด่านอนุสรณ์ จังหวัดสมุทรปราการ (พ.ศ. 2551 - 2554) และโรงเรียน สตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง (พ.ศ. 2554 - ปัจจุบัน) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากทั้งสองโรงเรียนมีผลการเรียนในเนื้อหาเรื่องแคลคูลัสไม่เป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ จากการสอบถามพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนแคลคูลัสเนื่องจาก เป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูงและเข้าใจยากสำหรับนักเรียน ประกอบกับมีกฎและทฤษฎี จำนวนมาก ซึ่งนักเรียนต้องเรียนเนื้อหาเรื่องนี้ในช่วงเวลาจำกัด โดยครูต้องเร่งสอนให้ครบเนื้อหา และทันเวลา ทำให้นักเรียนต้องใช้การท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง ส่งผลให้เกิดความท้อแท้เบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ

การจัดการเรียนการสอนแคลคูลัส ตามแนวคิดของ รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (2550) กล่าวว่า นอกจากครูต้องเข้าใจเนื้อหาแคลคูลัสอย่างถ่องแท้แล้ว ครูจะต้องมีแนวทางการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่ให้นักเรียนฝึกทักษะการคิด ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา และเรียนรู้จากประสบการณ์จริงด้วย แนวทางหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แคลคูลัส ผ่านการแก้ปัญหา แต่การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเป็นการจัดการเรียนการสอน

ที่ไม่ส่งเสริมความสามารถในการคิด การให้เหตุผล ทักษะ/ กระบวนการ และความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2554, หน้า 1)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไป และเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผลิต การใช้สัญลักษณ์มากกว่าใช้สื่อ อุปกรณ์และการสรุปผลแบบอนุมานมากกว่าอุปมาน (Kidd, 1970, p. 2) ซึ่งสื่อการสอนที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรจะเป็นสื่อการสอนที่สามารถจะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องพยายามเลือกและผลิตสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อเกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนมากที่สุด การสร้างหนังสือเรียนถือเป็นนวัตกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนหรือแบบเรียน (หทัย ดันหยง, 2528, หน้า 20 - 39) ซึ่งมีลักษณะเป็นเทคโนโลยีหรือสื่อทางการศึกษาที่มีบทบาทเหมาะสมเป็นสื่อพื้นฐานที่ใช้สะดวก สอดคล้องกับบทเรียนมีเนื้อหาเป็นเรื่องสั้น ๆ อ่านจบภายในเล่มเดียว แต่ละเล่มเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ตามศักยภาพของตนเอง

บทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อในการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนเนื่องจากบทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อที่สามารถบรรจุไว้ในสื่อต่าง ๆ เกือบทุกชนิด (กิดานันท์ มลิทอง, 2542) และบทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจแต่ละบุคคล ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา (วิเชียร ชิวพิมาย, 2544) การศึกษาโดยบทเรียน โปรแกรมยังทำให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เนื้อหาแต่ละขั้นมีขนาดสั้น ๆ และเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ช่วยให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง การเรียนทีละน้อยทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย และถ้าผู้เรียนตอบถูกจะทำให้เกิดกำลังใจ บทเรียนโปรแกรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษานำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า ทำกิจกรรมการเรียนและประเมินผลด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเหมาะสมในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระไปสู่ผู้เรียนให้สมบูรณ์ ได้เรียนเป็นขั้นตอน ช่วยให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง ในการแสวงหาความรู้มีโอกาสแสดงความรู้ที่ได้เรียน เป็นการสนองความแตกต่างในด้านความสามารถของบุคคล (กิดานันท์ มลิทอง, 2540, หน้า 116) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาค้นคว้าของ ทองคูณ หนองพร้าว (2547, หน้า 70) ชมนวรรณ พรหมจันทร์ (2547, หน้า 90) ศิริรัตน์ ศรีบุญทอง (2547, หน้า 96 - 97) สมภรณ์ สีเนา (2548, หน้า 81) วุฒิสักดิ์ วงศาสุข (2548, หน้า 81 - 82) นฤมล ธรรมประชา (2549, หน้า 74 - 75)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการเรียนการสอนประเภท บทเรียน โปรแกรมช่วยสอน จึงต้องการสร้างและพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมในการสอนวิชา คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนให้สัมผัสการเรียนรู้ด้วยตนเอง และที่สำคัญจะนำผล ที่ได้จากการวิจัยมาใช้เป็นแนวในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์อีก ทั้งยังสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้และพัฒนาคุณภาพชีวิตได้อย่างมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและ อนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและ อนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียน โปรแกรม ในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ต่อไป

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. ค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5
3. นักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ค 33201

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ค 33201 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 5 จำนวน 35 คน ที่ได้มาจากนักเรียนชั้น ม. 6/1 โรงเรียนสตรีอ่างทอง ที่ผ่านการสอบวัดความรู้พื้นฐานด้วยข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ได้คะแนนตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งได้นักเรียนจำนวน 35 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ระยะเวลาในการทดลอง

เวลาดำเนินการทดลองภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลาการทดลอง ระหว่างเดือน 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 – 31 สิงหาคม พ.ศ. 2555 จำนวน 23 ชั่วโมง

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 33201 เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. ดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตัวเอง ตามลำดับจากง่ายไปยาก ในเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ซึ่งจัดประสบการณ์ตามลำดับขั้นตอน โดยแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ เป็น 20 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ แต่ละกรอบจะมีคำอธิบายเนื้อหาหรือคำถามที่เหมาะสมและมีคำตอบอยู่ในกรอบถัดไป เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบด้วยตนเองทันที และยังมีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนและตัวบทเรียน ซึ่งผู้เรียนจะเริ่มเรียนจากกรอบแรกและเรียนไปตามลำดับขั้นจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้

6.2 การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้ทำการวิจัยได้สร้างขึ้น

6.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง ค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อต้องการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม 70/70 ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ

70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์

ประสิทธิภาพกระบวนการ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอนในบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ ของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ถูกต้อง

ประสิทธิภาพผลลัพธ์ หมายถึง ผลการเรียนบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

6.4 แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเป็นข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ซึ่งเนื้อหาในข้อสอบคือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งนักเรียน ที่จะเรียนเนื้อหาเรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์ ได้ต้องสามารถทำคะแนนสอบได้จำนวน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

6.5 ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วหลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนประเมินความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จบทุกหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6.7 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรม เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนถึงความรู้สึกชอบมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด เมื่อเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. บทเรียนโปรแกรม
2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. ความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บทเรียนโปรแกรม

1.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนเบ็ดเสร็จ บทเรียนแบบโปรแกรม การเรียนการสอนแบบโปรแกรมตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษหลายคำ เช่น Programmed Instruction, Programmed Text Book, Programmed Learning, Self-Instruction (วิเชียร จีวพิมาย, 2544) ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายบทเรียนโปรแกรมไว้หลายท่านดังนี้

เปรี๊ญ กุฑม (2536, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนที่จัดไว้ล่วงหน้าสำหรับให้นักเรียนได้ใช้เอง ซึ่งหมายถึงลำดับประสบการณ์ที่วางไว้สำหรับนักเรียนนำไปสู่ความสามารถ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนองประสบการณ์ในที่นี้ คือ ประสบการณ์ของนักเรียนเองซึ่งอาจเกิดจากการเข้าไปร่วมในกระบวนการเรียนการสอน

ธีรชัย ปุณณโชติ (2539, หน้า 7) ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรม หมายถึง บทเรียนโปรแกรมหลาย ๆ บทเรียนที่เสนอเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกัน รวมกันเข้าเป็นบทเรียนโปรแกรม โดยเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ มักอยู่ในรูปของกรอบ หรือเฟรม โดยการเสนอเนื้อหาทีละน้อย มีคำถามให้ผู้เรียนได้คิดและตอบ และเฉลยคำตอบให้ทราบทันที

โดยบทเรียนโปรแกรมมักจะอยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์ที่เสนอความคิดรวบยอดที่จัดลำดับไว้แล้วเป็นอย่างดี

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541, หน้า 13-14) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาในรูปแบบของกรอบ หรือเฟรม ที่บรรจุเนื้อหาทีละน้อย มีคำถามท้าทายให้ผู้เรียนคิดแล้วตอบ และมีเฉลยให้ทราบผลทันทีส่วนมากเป็นบทเรียนในรูปสิ่งพิมพ์ที่เสนอความคิดรวบยอดตามที่ได้อธิบายไว้แล้วเรียงลำดับไว้ดีด้วย

พิชัย เสงี่ยมจิตร (2542, หน้า 110) กล่าวว่าบทเรียนโปรแกรมหรือบางท่านเรียกว่า บทเรียนสำเร็จรูป เพราะเป็นบทเรียนที่เตรียมทุกอย่างในการเรียนการสอนไว้พร้อมมูล ทั้งจุดมุ่งหมาย กระบวนการเรียนการสอน สื่อ กิจกรรม การวัดประเมินผล ลักษณะที่สำคัญของบทเรียนโปรแกรมนอกจากเตรียมทุกอย่างพร้อมแล้วยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมขณะที่ยังทราบผลการเรียนของตนเองมีความพอใจในการเรียนเป็นระยะ ๆ และการเรียนเป็นไปตามขั้นตอนทีละน้อย ๆ ต่อเนื่องกัน

สุวิทย์ มูลคำ (2545, หน้า 36) การสอนแบบบทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูป หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจะเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามความสามารถแต่ละบุคคล โดยบทเรียนดังกล่าวจะเป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแบ่งเป็นหน่วยย่อยหลาย ๆ กรอบ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหาอธิบายและคำถามที่เรียงเรียงไว้ต่อเนื่องกัน โดยมากจะเริ่มจากง่ายไปหายากเพื่อมุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับบทเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบความก้าวหน้าของบทเรียนโดยผู้เรียนสามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

ทศนา แจมมณี (2553, หน้า 378) วิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง มีลักษณะพิเศษแตกต่างไปจากบทเรียนปกติ กล่าวคือเป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อยเพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียนและตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้มากน้อยตามความสามารถและสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

สรุป บทเรียนโปรแกรม หมายถึง บทเรียนเรียนสำเร็จรูป ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองตามลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งจัดประสบการณ์ตามลำดับขั้นตอน โดยแบ่งเนื้อหาย่อยๆ เรียกว่ากรอบหรือเฟรม แต่ละกรอบจะมีคำอธิบายเนื้อหาหรือคำถามที่เหมาะสมและมีคำตอบอยู่ในกรอบถัดไป เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบด้วยตนเองทันที และยังมีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนและตัวบทเรียน

1.2 ความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ กวรวาเวช (2542, หน้า 39-40) ได้กล่าวถึง ความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรม มีจุดเริ่มต้นที่สหรัฐอเมริกา โดย ศาสตราจารย์เพรสซี่ (Sydney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยโอโอ ได้ประดิษฐ์เครื่องสอน (Teaching Machine) ขึ้นมา สำหรับทดสอบนักเรียน และได้ทำการปรับปรุงนำออกเผยแพร่ แต่เนื่องจากยังไม่ค่อยมีคนเห็นความสำคัญ จึงทำให้ไม่ได้พัฒนาไปเท่าที่ควร

บทเรียนโปรแกรม เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในปี พ.ศ. 2497 เมื่อสกินเนอร์ (B.F. Skinner) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้เขียนบทความอธิบายหลักการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การสร้างบทเรียนโปรแกรมลงในวารสาร Harvard Education Review และต่อมา สกินเนอร์ ได้ประดิษฐ์และทดลองเครื่องสอนของเขา และพิมพ์ผลงานออกมาเผยแพร่ในวารสาร Science เมื่อปี พ.ศ. 2500 ทำให้บทเรียนโปรแกรม แพร่หลายไปทั่วสหรัฐอเมริกา และประเทศอื่น ๆ ผลการค้นคว้านี้เอง ทำให้ สกินเนอร์ ได้รับการยกย่องว่า เป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น (Linear Programme)

หลังจากนั้น มีนักจิตวิทยาคนหนึ่ง คือ โครว์เดอร์ ทำให้บทเรียนโปรแกรมได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น เขาได้ทำการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา ได้รับความสำเร็จมาก จนได้รับการยกย่องว่า เป็นผู้ให้กำเนิด บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

บทเรียนโปรแกรมได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มา โดยอาศัยแนวคิดของ สกินเนอร์ และ โครว์เดอร์ เป็นหลัก มีการจัดตั้งองค์การ เพื่อทำการวิจัยและเผยแพร่บทเรียน โปรแกรมนี้ เช่น มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มหาวิทยาลัยทรินิตี้ มหาวิทยาลัยเบอร์มิงแฮม และมหาวิทยาลัยในลอนดอน เป็นต้น บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในระยะหลัง ๆ นี้ มีการนำเอาการวิเคราะห์งาน (task analysis) เกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้มาใช้เป็นเครื่องนำทาง และได้มีการนำเอาสื่อการสอนต่าง ๆ เข้ามาใช้ในบทเรียนโปรแกรมด้วย

สำหรับในประเทศไทย การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม เริ่มมีขึ้นประมาณ ปี พ.ศ. 2495-2500 โดยคณะมิชชันนารี ได้ใช้ในการสอนคริสตศาสนาทางไปรษณีย์แก่

ประชาชนคนไทย หลังจากนั้นมา นักการศึกษาได้ให้ความสนใจในบทเรียน โปรแกรมมากขึ้น ได้มีการวิจัยและสร้างบทเรียน โปรแกรมกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาที่จัดให้มีการสอนถึงระดับปริญญาโท จวบจนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้ บทเรียน โปรแกรมได้วิวัฒนาการไปมาก บทเรียนมิได้มีเพียงลักษณะเดียวหรือวิธีเดียวเหมือนแต่เดิม แต่ได้เพิ่มขั้นตอนการดำเนินการออกมาเป็นหลายรูปแบบ มิได้จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ต้องมีหลักการและกรอบความคิด ในการกำหนดขอบเขตข้อมูล ดังนี้

บรรจุอยู่ในเล่ม หรือในแผ่นกระดาษ เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยสอนเท่านั้นแต่ได้นำเอาเทคนิคการวิเคราะห์งานเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้มาใช้ร่วมด้วย และได้มีการนำอุปกรณ์ ทางเทคโนโลยีทางการศึกษามาประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันได้มีการจัดทำบทเรียนสำเร็จรูปออกมาในรูปของบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากความเป็นมาของบทเรียน โปรแกรม จะเห็นได้ว่า บทเรียน โปรแกรม ได้เริ่มจากเครื่องสอนก่อนแล้วจึงค่อยมีผู้จัดทำในรูปของหนังสือหรือตำรา ที่เรียกว่า แบบเรียน โปรแกรม

1.3 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียน โปรแกรม อาจจะถูกนำมาสร้างในลักษณะต่าง ๆ กันตามความเหมาะสมกับจุดประสงค์ เช่น ในลักษณะของเครื่องสอน หรือ แบบเรียน โปรแกรม ไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม บทเรียน โปรแกรม จะมีลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 42)

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้อย่างชัดเจน สามารถวัดได้จริง หรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหาวิชาจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือย่อย ๆ แล้วนำมาจัดลำดับ แต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบอาจมีความสั้นยาวแตกต่างกันตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบของบทเรียนเอาไว้ต่อเนื่องกัน จากง่ายไปหายาก และเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการย้ำทวนและให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง อยู่ตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองหรือมีส่วนร่วมในการเรียน จากกิจกรรมต่าง ๆ กำหนดไว้ในกรอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีทักษะในเรื่องที่เรียน
5. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้ทันทีจากคำตอบ และอาจจะมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
6. มีการเสริมแรงทุกระยะขั้นตอน ที่สำคัญจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ

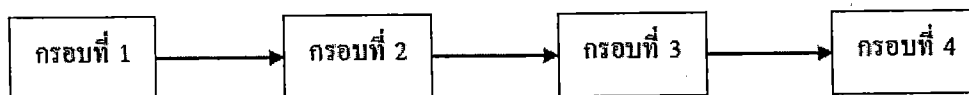
และต้องการเรียนต่อไป การเสริมแรงนี้อาจอยู่ในรูปของคำชม หรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้อง

7. ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละคน คนอ่อนอาจใช้เวลามากกว่าคนเก่ง แต่ก็สามารถเรียนสำเร็จได้เช่นกัน

1.4 ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

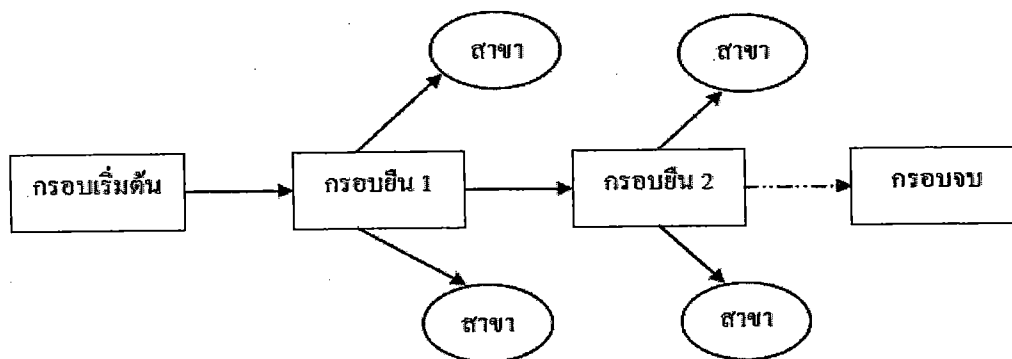
บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 46-49) ได้อธิบายถึงชนิดต่าง ๆ ของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง (linear programme) บทเรียนนี้จะจัดลำดับเนื้อหาบรรจุลงในกรอบ ตามลำดับจาก กรอบที่ 1 กรอบที่ 2 กรอบที่ 3 ไปจนครบ ผู้เรียนจะต้องเรียนเรียงตามลำดับที่ละกรอบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายจะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ แต่คนเก่งสามารถจะเรียนจบได้เร็วกว่าคนที่เรียนอ่อน บทเรียนแบบเชิงเส้นนี้ทำได้ง่ายแต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาหน่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปตามลำดับ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 46)



ภาพที่ 1 บทเรียนแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง (Linear Programme)

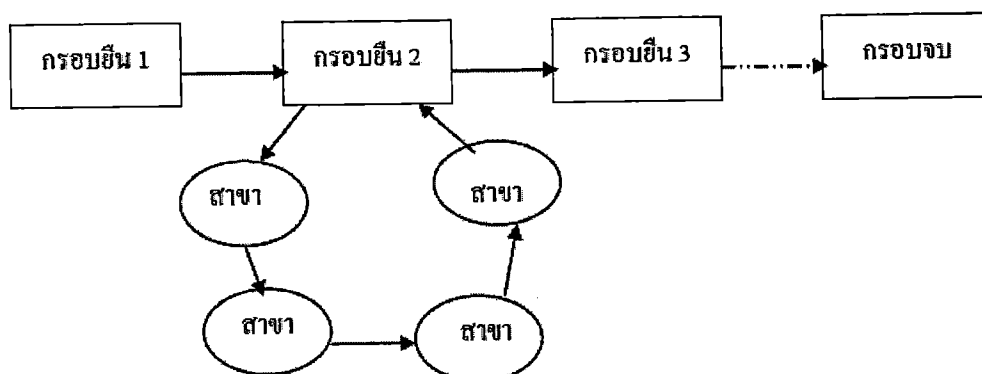
2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme) เป็นบทเรียนที่มีการจัดเนื้อหาเป็นกรอบ ๆ เช่นเดียวกับแบบเชิงเส้น แต่จะมีกรอบย่อย ๆ แตกออกมาจากกรอบหลักเป็นกรอบสาขามีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ยังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ที่จะเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นจะต้องเรียนทุกกรอบ คนเรียนเก่งจะเรียนจบเร็วกว่าคนเรียนอ่อนเพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขาย่อย ๆ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 47)



ภาพที่ 2 บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme)

บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาที่เป็นแบบเรียน จะไม่มีการจัดหน้าเรียงตามเนื้อเรื่องแบบหนังสือตำราทั่วไป ผู้เรียนต้องเปิดอ่านตามหน้าที่แบบเรียนกำหนดให้ ถ้าเป็นบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอน ผู้เรียนจะถูกสั่งให้กดปุ่ม เพื่อเลือกคำตอบที่ถูก เครื่องสอนจะมีการบังคับด้วยกลไกอัตโนมัติให้เลื่อนไปที่ละกรอบ อาจจะเป็นกรอบหลักหรือกรอบสาขา ตามแต่ที่บทเรียนได้กำหนดเอาไว้ ผู้เรียนจะเห็นกรอบต่าง ๆ ปรากฏบนจออยู่กับเครื่องนั้น และเครื่องก็จะทำหน้าที่นับจำนวนข้อที่ตอบผิดและถูก ให้ผู้เรียนได้ทราบด้วยกรอบเริ่มต้น

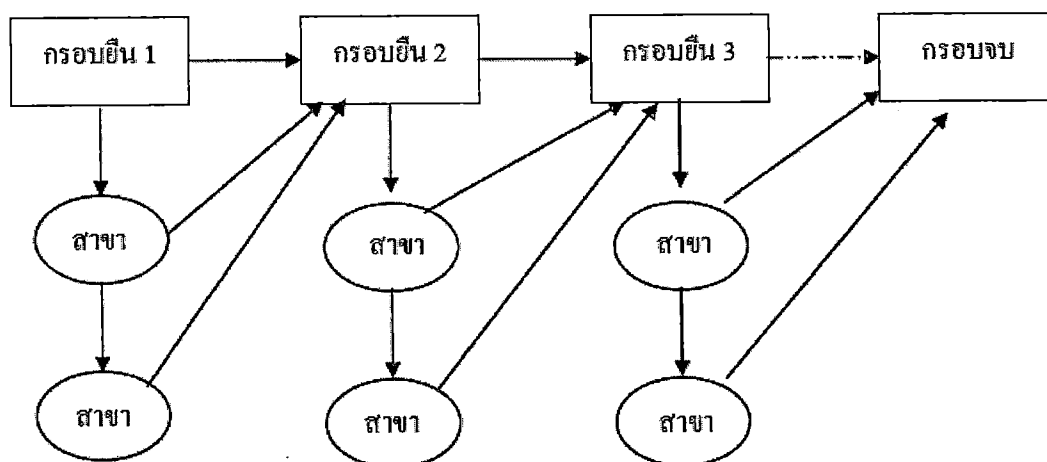
บทเรียนแบบสาขานี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้รายละเอียดแต่ละขั้นตอนได้เป็นอย่างดี แต่การสร้างค่อนข้างจะยาก บทเรียนแบบสาขาที่สร้างได้ดีแล้ว จะสามารถช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนแบบนี้ มีวิธีการแตกสาขาได้หลายลักษณะด้วยกัน ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 48)



ภาพที่ 3 การแสดงสาขาลักษณะ Remedial Loops

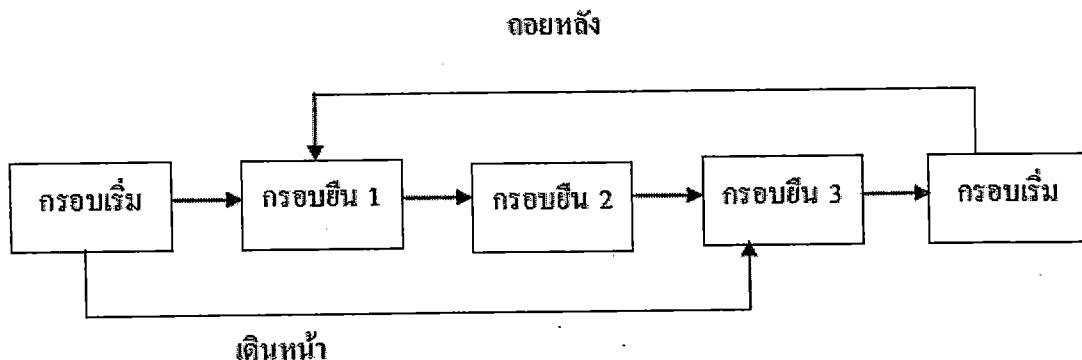
การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loops นี้มีลักษณะเป็นบ่วง แตกสาขาไปแล้วจะวกกลับมาสู่กรอบอื่นเดิม แล้วจึงค่อยเรียนกรอบต่อไป จำนวนสาขาในบ่วงจะมีตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 48)

แบบเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างในลักษณะ Secondary Tracks นี้ ผู้เรียนจะเรียนในกรอบอื่นที่ 1 แล้วตอบคำถาม ถ้าผ่านก็สามารถไปเรียนในกรอบอื่นที่ 2 ได้เลย แต่ถ้าตอบผิดจะต้องแวะไปเรียนในสาขาที่ 1 ก่อน ถ้าผ่านได้ก็ไปเรียนในกรอบอื่นที่ 2 แต่ถ้ายังตอบผิดอีกก็ต้องแวะไปเรียนกรอบสาขาที่ 2 ให้ผ่านก่อนเรียนลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ ดังภาพประกอบ 4 (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 49)



ภาพที่ 4 การแตกสาขาลักษณะ Secondary Tracks

บทเรียนแบบสาขาในลักษณะ Gate Frame เป็นการแตกสาขาข้ามกรอบอื่นหลาย ๆ กรอบเมื่อเข้าใจกรอบเริ่มต้นแล้ว และถ้าเกิดปัญหาไม่สามารถจะเรียนต่อไปได้ ก็จำเป็นต้องถอยหลังกลับมาเรียนในกรอบอื่นที่ 1 อีกครั้ง เพื่อเสริมความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ



ภาพที่ 5 การแตกสาขาแบบ Gate Frame

ข้อดีของบทเรียนแบบสาขา

1. เพื่ออธิบายให้ผู้เรียนทราบว่าทำไมเขาจึงตอบผิด
2. การเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่ง จะทำไปยังเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
3. ผู้เรียนไม่กลัวเรื่องการตอบผิด เพราะเมื่อตอบผิดก็จะมีคำอธิบายที่จะทำข้อต่อไป

ต่อไป

สรุป บทเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาในครั้งนี้ เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น เนื่องจากไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไปนักเรียนสามารถเรียนรู้ที่ละกรอบจากกรอบแรกไปจนกรอบสุดท้ายอย่างไม่ยุ่งยากมากนัก

1.5 หลักสำคัญในการสร้างบทเรียนโปรแกรม

คุณธิ สุทธรปรียาศรี (2522, หน้า 107) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ตัวผู้เรียน ผู้เขียนบทเรียนควรจะทราบว่า ผู้เรียนนั้นเป็นบุคคลระดับไหน เช่นอายุพื้นฐานทางสังคม ความสามารถในการเรียน ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลในการสร้างบทเรียนมาก ทั้งในการออกแบบและเนื้อหาวิชา
2. ผลที่ต้องการ ผู้เขียนบทเรียนก็คล้ายกับครูผู้สอนทั่วไป ก่อนที่จะสอนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ก่อนว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสามารถวัดผลได้ตรง ว่า ผู้เรียนได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่
3. เนื้อหาวิชา การจัดเตรียมเนื้อหา การเขียนเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ก่อนแล้วจึงแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาจัดทำเป็นกรอบตามลำดับ เพื่อให้เนื้อหาต่อเนื่องกัน โดยไม่มีการกระโดดข้ามลำดับของเนื้อหา และให้พิจารณาเวลา ในการเรียนด้วย

4. วิธีการสอน ก่อนที่จะเขียนบทเรียนเรื่องใดก็ตาม ควรพิจารณาดูก่อนว่า มีการสอนวิธีอื่นที่ดีกว่าการสอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือไม่ ถ้ามีการสอนแบบอื่น ๆ ที่ดีกว่า ก็ไม่จำเป็นต้องใช้บทเรียนโปรแกรม

5. ชนิดของบทเรียนจะสร้างเป็นแบบใด ควรดูให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

6. ความสิ้นเปลือง ควรจะได้พิจารณาว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้น มีความสิ้นเปลือง มากน้อยเพียงใด เวลาที่เสียไปคุ้มค่าหรือไม่

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 50-54) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียนโปรแกรม มีลักษณะคล้าย ๆ กับการวางแผนการสอนตามปกติ คือแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการชักจูงให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจและอยากเรียนรู้ หรือทำกิจกรรมนั้น ๆ ต่อไป

2. การดำเนินเรื่อง หรือการสอน เป็นกระบวนการให้ความรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งในเวลา ที่เราสอนตามปกติ เราจะใช้สื่อต่าง ๆ ตามความเหมาะสม ในบทเรียนโปรแกรมนี้ก็เช่นกัน ผู้สร้าง จะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในการเรียนหรือตอบสนองต่อกิจกรรม สื่อการเรียน อะไรบ้างเช่น อาจจะให้อาสาสมัคร ระบายสี ตอบคำถาม รวมทั้งการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบ ในขณะที่เขาเรียนจากบทเรียนของเรา

3. การสรุปและประเมินผล เป็นการสรุปเนื้อหาที่สอนมาในบทเรียนตั้งแต่ต้น เช่นเดียวกับการสอนตามปกติ และประเมินผลการเรียน โดยหาวิธีที่ให้ผู้เรียนสามารถประเมินผล การเรียนได้ด้วยตนเอง

ธีระชัย ปุณณโชติ (2539, หน้า 18-20) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม เพื่อให้ได้บทเรียนโปรแกรมที่ดีไว้ดังนี้

1. กำหนดกลุ่มผู้เรียนให้แน่นอน ชัดเจน เพื่อที่จะได้เขียนบทเรียนโปรแกรม ให้เหมาะสมกับวัย พื้นฐาน ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ทักษะ ความสามารถในการเรียนและความต้องการของผู้เรียนอย่างเด่นชัด

2. กำหนดวัตถุประสงค์ให้เด่นชัดว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร โดยเขียน เป็นรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อที่จะให้ช่วยต่อการสร้างและการประเมินผล บทเรียน โปรแกรม

3. คำนึงถึงแบบของบทเรียนว่า ควรจะเสนอในรูปแบบใด คือ แบบเส้นตรง หรือ แบบสาขา หรือแบบไม่แยกกรอบ เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ผู้เรียนและวัตถุประสงค์ เช่น เนื้อหาประเภทความรู้ ความจำ หรือความคิดเห็น ผู้เรียนเป็นนักเรียนเก่ง หรืออ่อน ฯลฯ

4. เนื้อหาวิชา จะต้องจัดแบ่งเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ก่อน แล้วแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ๆ เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยย่อยจะต้องทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยย่อย ถัดไป เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปทีละน้อย ๆ ทีละขั้น พยายามอย่าให้มีการกระโดดข้ามลำดับ ของเนื้อเรื่อง จัดลำดับเรียงจากเนื้อหาง่าย ๆ ไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ

4.1 ผู้เรียนจะได้เรียนและพัฒนาขึ้นไปตามขั้นตอนอย่างมั่นคง จากสิ่งที่รู้ หรือทำได้ ไปสู่สิ่งที่ไม่รู้หรือสิ่งที่ทำไม่ได้ หรือจากเนื้อหาที่ง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยาก

4.2 ช่วยพัฒนาให้วัสดุการเรียนง่ายต่อการที่ผู้เรียนจะได้ความรู้

4.3 ลดความผิดพลาดของผู้เรียน เพราะเนื้อหาที่มีมาก่อนแต่เดิมนั้น จะช่วย เตรียมความรู้สำหรับผู้เรียน ให้สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ได้อย่างถูกต้อง

4.4 เน้นธรรมชาติของการเรียน ที่เรียนเป็นขั้นลำดับจากง่ายไปหายาก และ เป็นการเชื่อมโยงจากความรู้หนึ่งไปยังความรู้ใหม่ต่อไป

5. เนื้อหาแต่ละกรอบควรเขียนด้วย ภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษา และ เหมาะสมกับเนื้อหา ความรู้และอายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีความ ต่อเนื่องกันในแต่ละกรอบ

6. แต่ละกรอบ จะต้องนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน และมีคำถาม หรือ คำสั่ง ให้ผู้เรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง และไม่ควรมีความรู้ใหม่เกินกว่า 1 อย่าง

7. ให้มีการย้ำทบทวน และทดสอบตนเอง

8. มีการชี้แนะคู่กันไปกับการตอบสนอง

9. ลดการชี้แนะ และการนำทางออกไปทีละน้อย จนกว่าจะหมด เพื่อช่วยให้ ผู้เรียนสามารถตอบสนองด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องในที่สุด

10. การตอบอย่างกระฉับกระเฉง โดยผู้เรียนจะต้องตอบคำถามในแบบที่บทเรียน โปรแกรมกำหนดไว้ ซึ่งอาจจะมีหลายแบบด้วยกัน เช่น แบบเติมคำ เติมตัวเลข แบบเลือกตอบ เป็นต้น

11. จะต้องให้ผู้เรียนทราบคำตอบที่ทำไปได้ทันที ภายหลังจากที่ผู้เรียนตอบ คำถามเสร็จแล้ว ถ้าผู้เรียนตอบถูก การเฉลยคำตอบดังกล่าว จะเป็นการเสริมแรงต่อไป แต่ถ้าหาก ตอบผิดก็จะเป็นการลดภาวะ (Extinction) คือ ผู้เรียนต้องหยุดเรียนอยู่ชั่วขณะหนึ่ง เพื่อตรวจสอบ

ในจุดที่ผิดพลาดดังกล่าวก่อนที่จะก้าวไปเรียนยังเนื้อหาต่อไป การที่ผู้เรียนได้ทราบคำตอบเช่นนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้ผู้เรียนทำผิด

12. ไม่มีการจำกัดเวลาของผู้เรียน อัตราความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันไป ตามแต่ละเนื้อหาวิชา ขึ้นอยู่กับว่า ผู้เรียนต้องการเวลาทบทวน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนศึกษากรอบแต่ละกรอบได้ภายในเวลาที่เขาต้องการ โดยไม่คำนึงถึงการทำเสร็จก่อนเสร็จหลัง

13. การประเมินผลคงที่ ต่อกิจกรรมการเรียนรู้สองประการ คือ

13.1 เกี่ยวกับบทเรียน โปรแกรม จากการตรวจสอบผลการตอบของผู้เรียนทำให้เราทราบว่า ผู้เรียนทำได้มากน้อยเพียงใด ความผิดพลาดส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความบกพร่องของบทเรียน โปรแกรมนั่นเองทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดเนื้อหาไม่เรียงตามลำดับหรือใช้ภาษาไม่เหมาะสม

13.2 ความก้าวหน้าของผู้เรียน ครูผู้สอนจะต้องคอยช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อพบปัญหาต่าง ๆ ทั้งนี้ เพื่อจะได้ทราบถึงข้อบกพร่องและจะได้แก้ไขบทเรียน โปรแกรม ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับผู้เรียนคนอื่น ๆ ต่อไป

สรุป หลักสำคัญในการสร้างบทเรียน โปรแกรม ก็เหมือนกับที่ครูเป็นผู้สอนเอง แต่ผิดกันที่ครูสอนเองนั้น ครูเป็นฝ่ายพูด ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟัง ส่วนบทเรียน โปรแกรม นั้น ผู้เรียนจะเรียนโดยการอ่านหรือฟังจากเทปบันทึกเสียง ภาษาที่ใช้ในบทเรียน โปรแกรม จะต้องเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย มีอารมณ์ขันบ้างเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยไม่เบื่อง่ายเหมือนกับการอ่านหนังสือทั่วไปที่สำคัญ คือ การสร้างบทเรียน โปรแกรม ต้องมีการปฏิสัมพันธ์กันหรือโต้ตอบกันระหว่างตัวบทเรียนและตัวนักเรียนเอง

1.6 วิธีสร้างบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 51) ได้กล่าวถึง วิธีการสร้างบทเรียน โปรแกรม มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการวางแผน

ในการวางแผนนี้ เป็นขั้นที่สำคัญมาก ผู้สร้างจะต้องพิจารณาตัดสินใจให้ดีเสียก่อนว่า จะเลือกเรื่องใด วิชาใดมาสร้างจึงจะเหมาะสม ซึ่งควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 เนื้อหาวิชานั้น ควรจะเป็นเรื่องที่คงตัวหรือเป็นหลักในการสอนตลอดไป

1.2 เนื้อหานั้นเคยมีใครนำมาทำเป็นบทเรียน โปรแกรม หรือยัง ถ้าเคยมี

คนเคยทำมาแล้วก็ไม่จำเป็นเสียเวลาทำซ้ำ

1.3 สามารถสร้างเสร็จได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.4 ผลที่ได้จะคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ อาจพิจารณาผลการเรียนที่จะได้รับ และจำนวนนักเรียนที่จะใช้ด้วย

1.5 สามารถช่วยลดภาระของครูในการสอน และลดเวลาในการฝึกการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่

1.6 เมื่อสร้างแล้วสามารถวัดผลได้ตามความต้องการหรือไม่

เมื่อตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรมได้แล้ว จะต้องพิจารณาต่อไปอีกว่า จะสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสม ควรเป็นเชิงเส้นหรือแบบสาขาจึงจะดี และสร้างในรูปแบบใด เช่น สิ่งพิมพ์ การ์ตูน สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ หรือวิทยุโทรทัศน์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการ

2.1 ศึกษาหลักสูตรรวมทั้งประมวลการสอน เพื่อจะได้สร้างบทเรียน ได้ตรงกับเนื้อหาระดับและจุดประสงค์ที่หลักสูตรได้กำหนด

2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง โดยอาศัยข้อมูลจากหลักสูตร และความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก จุดมุ่งหมายทั่วไปที่กล่าวเอาไว้กว้าง ๆ และจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมที่กระจำชัด สามารถจะวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา โดยการนำเอาเนื้อหาทั้งหมดที่จะสร้างมาแตกเป็น หัวข้อ ย่อย ๆ อย่างละเอียด แล้วนำมาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ (Task Analysis) หรือการพิจารณาว่า การที่จะให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรจะต้องเรียนผ่านขั้นตอนหรือ หัวข้อย่อย ๆ ใดบ้าง ตามลำดับขั้นสุดท้ายที่ต้องการนั่นเอง

2.4 สร้างแบบทดสอบ จะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้ แบบทดสอบนี้ อาจจะไปใช้ทั้งการสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยก็ได้ ถ้าแบบทดสอบนั้น สามารถสร้างได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ถ้าไม่ใช้ฉบับเดียวกัน แบบทดสอบหลังเรียน ก็จะต้องมีเนื้อหาเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่อาจจะแตกต่างกัน ในเรื่องวิธีการหรือข้อความเท่านั้น

2.5 ลงมือเขียน การเขียนบทเรียนโปรแกรม ควรจะคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

2.5.1 เนื้อหาย่อย ๆ ในแต่ละหน่วย ย่อมจะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ในหน่วยถัดไป

2.5.2 เนื้อหาหรือคำอธิบายจะต้องเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้

2.5.3 ช่วยให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลในการเรียนมากที่สุด

2.5.4 เนื้อหาในแต่ละหน่วยควรจะพาดพิงถึงหน่วยเดิมด้วย เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้ว

2.5.5 การชี้แนวทางหรือแนะให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องตามความเหมาะสม โดยอาจจะให้กฎเกณฑ์และตัวอย่างมากพอ ที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้อย่างดี มีการให้คำแนะนำมาก ๆ แล้วค่อยลดลง (fading) หรืออาจจะแนะโดยการเปรียบเทียบความคิดหรือสิ่งที่เหมือน ๆ กันก็ได้ ทั้งนี้อาจจะใช้กรอบแรกเป็นกรอบแนะนำแนวทางในกรอบต่อไป

2.5.6 มีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีด้วย เพื่อเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนต้องการเรียนต่อไป แต่บางกรอบอาจจะไม่จำเป็น ต้องมีคำตอบ เช่น ในกรอบแนะนำหรือกรอบพื้นฐาน เป็นต้น การเสนอคำตอบโดยเฉพาะแบบเชิงเส้น สามารถวางไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น ให้คำตอบอยู่หน้าเดียวกับคำถามหรืออยู่หน้าถัดไป หรืออาจจัดคำตอบไว้ท้ายเล่มหรือคนละเล่มเลย

2.5.7 ภาษาและคำศัพท์ที่ใช้ ควรจะใช้ชัดเจน เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2.5.8 ความยาวของแต่ละกรอบ จะต้องเหมาะสมไม่ยาวหรือสั้นเกินไป และต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยตลอด นอกจากนั้น ควรจะมีช่องว่างให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบเอาไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองด้วย

2.6 นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ควรจะทำ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

2.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคลและปรับปรุงแก้ไข

2.6.2 ทดลองเป็นกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนอาจมีกลุ่มละ

5-10 คน

2.6.3 ทดลองกับห้องเรียนจริง และปรับปรุงแก้ไข

3. ขั้่นนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทดลองและปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถนำบทเรียนนั้นออกใช้กับนักเรียนทั่วไป แต่จะต้องคอยฟังผลจากผู้เรียนอยู่เสมอ เพื่อนำข้อบกพร่องมาแก้ไขต่อไปให้นักเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ธีระชัย ปุณณโชติ (2539, หน้า 15) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรม พอสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการเขียนบทเรียนโปรแกรมชนิดต่าง ๆ จนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง ทั้งจากตำราและการไต่ถามผู้รู้

2. กำหนดและเลือกวิชาที่จะเขียนและระดับชั้นสำหรับที่จะใช้บทเรียนโปรแกรม

3. เลือกหน่วยการเรียนรู้ว่าจะเขียนในเรื่องใด

4. กำหนดหัวเรื่องต่าง ๆ ที่จะเขียน โดยศึกษาจากหลักสูตรประมวลการสอน
โครงการสอน คู่มือครู และหนังสือเรียนว่า หลักสูตรกำหนดให้นักเรียนเรียน
อะไรบ้างแล้วเลือกหัวเรื่องที่จะเขียน

5. ศึกษาลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ อายุ ระดับชั้น พื้นฐานความรู้เดิม และทักษะ
ที่นักเรียนเคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน ทั้งนี้เพราะบทเรียนโปรแกรม มีหลักการสนองความแตกต่าง
ระหว่างบุคคลของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

6. ตั้งจุดมุ่งหมายสำหรับบทเรียนโปรแกรมที่จะเขียน โดยจะต้องตั้งจุดมุ่งหมาย
ทั่วไป และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะ การตั้งจุดมุ่งหมายนี้จะเป็นแนวทาง
ในการเขียนกรอบต่าง ๆ ในบทเรียนเป็นอย่างดี และยังเป็นประโยชน์ต่อการสร้างแบบทดสอบซึ่ง
จะใช้ทดสอบนักเรียนก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียนแล้วด้วยทั้งในการจัดระบบ
สารสนเทศการนำเสนอสารสนเทศ และการพัฒนาระบบงานสารสนเทศ

7. วางโครงเรื่องที่จะเขียนเป็นลำดับเรื่องราวก่อนหลังจากง่าย ไปหายากทั้งนี้
เพราะ บทเรียนโปรแกรมจะต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ ย่อย ๆ และแต่ละตอนจะต้องต่อเนื่อง
สัมพันธ์กัน

8. ลงมือเขียนบทเรียนโปรแกรมตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยแบ่งบทเรียน
ออกเป็น ตอน ๆ หรือบท ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการเรียนรู้เป็นการแบ่งความรู้เป็นหมวดหมู่เพื่อ
นักเรียนจะได้เข้าใจและจดจำได้ง่าย แล้วดำเนินการเขียนกรอบต่าง ๆ ในบทเรียนตามหลักการเขียน
บทเรียนโปรแกรมการเขียนกรอบในบทเรียน จะเริ่มด้วยกรอบให้ความรู้ แล้วติดตามด้วยกรอบ
ฝึกหัดและกรอบทดสอบเป็นตอน ๆ ไป จำนวนกรอบจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผู้เรียน ถ้าเป็น
บทเรียนสำหรับเด็กจำนวนกรอบอาจน้อยกว่าบทเรียนสำหรับเด็กเรียนอ่อนได้

จिरาร์ดน์ ชีรเวทย์ (2542, หน้า 31-43) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนในการสร้าง
บทเรียนโปรแกรม สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 การศึกษาหลักสูตร ผู้สอนต้องศึกษาเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างโดยการ
วิเคราะห์เนื้อหา

1.2 การกำหนดจุดประสงค์ การกำหนดจุดประสงค์จะกำหนดตามจุดประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งการกำหนดจุดประสงค์นี้จะเป็นแนวทางในการสร้างกรอบต่าง ๆ ในบทเรียนได้เป็นอย่างดีและยังเป็นประโยชน์ในการสร้างแบบทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนบทเรียนโปรแกรมด้วย ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียนว่า หลังจากทีเรียนจบบทเรียนแล้วจะก่อให้เกิดการเรียนรู้หรือมี การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนอย่างไร

1.3 การวางโครงเรื่อง เป็นการจัดลำดับก่อนหลังของเนื้อหา

1.4 การกำหนดภารกิจการเรียนรู้ เป็นการกำหนดเงื่อนไข ในการสังเกตต่าง ๆ ของผู้เรียน หลังจากเรียนบทเรียนโปรแกรมแล้วว่า ผู้เรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมออกมาให้เห็นภายใต้เงื่อนไขอันใดนอกจากนี้ ควรกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำลงไปด้วย เช่นความสำเร็จ ขั้นใดจึงจะเป็นที่ยอมรับได้ โดยอาจกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำบทเรียนหรือแบบทดสอบ

2. ขั้่นนำเนื้อหาเขียนเป็นบทเรียนโปรแกรม

เมื่อศึกษาหลักสูตรแล้วและเลือกเนื้อหาตามจุดประสงค์แล้ว การเขียนบทเรียนโปรแกรมให้ดำเนินการดังนี้

2.1 นำเนื้อหาที่จะเขียนเป็นบทเรียนมาแยกเป็นหน่วยย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยย่อยนั้นจะต้องเป็นพื้นฐานที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป

2.2 เขียนกรอบของบทเรียนโปรแกรม โดยจะต้องหาคำอธิบายหรือสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและต้องเป็นคำอธิบายที่ผู้เรียนเข้าใจ ติความหมายได้ถูกต้องแต่ละกรอบจะต้องเขียนด้วยข้อความที่ชัดเจนที่สุด ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์และการใช้ภาษาหากต้องใช้คำศัพท์เฉพาะ จะต้องเหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชามีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันในแต่ละกรอบ ซึ่งชนิดของกรอบยึดการเขียนกรอบ 4 ชนิด ดังนี้

2.2.1 กรอบตั้งต้น (Set Frame) เป็นกรอบที่ให้ข้อมูลสนเทศและปูพื้นฐานให้กับผู้เรียน เป็นกรอบที่ให้ความรู้ในส่วนที่จะให้ผู้เรียนนำไปใช้ตอบโดยตรง ดังนั้นความรู้ที่ผู้เรียนนำไปใช้ตอบคำถามเป็นความรู้ที่ผู้เรียนนำมาจากกรอบตั้งต้นนั่นเอง

2.2.2 กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกหัด โดยนำความรู้ที่ผ่านมาใช้ตอบคำถาม ผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมจะต้องถามเฉพาะสิ่งทีบทเรียนโปรแกรมกำหนดไว้เท่านั้น ไม่ถามสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้สอนในกรอบต้น ๆ ที่ผ่านมา

2.2.3 กรอบรองสุดท้าย (Sub-Terminal) เป็นกรอบที่ให้ข้อสนเทศเพิ่มเติมให้ข้อคิดและข้อเสนอแนะ หรือแนวทางและความรู้ที่จำเป็นเพื่อผู้เรียนจะได้นำไปใช้ในกรอบสุดท้าย หรือกรอบสรุปความรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในกรอบสุดท้าย

2.2.4 กรอบสุดท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบที่กำหนดให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วในกรอบต้น ๆ ตัดสินใจตอบปัญหาหรือประกอบกิจกรรมที่กำหนดไว้ และเป็นตัวที่วัดว่าผู้เรียนได้ความคิดรวบยอดถูกต้องและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยไม่มีข้อสนเทศให้ไว้ในกรอบเลย

3. ขั้นตอนทบทวนและแก้ไข

ขั้นแก้ไขบทเรียน โปรแกรม บทเรียน โปรแกรมที่ผู้เขียนจะทิ้งไว้ระยะหนึ่งจึงจะนำมาตรวจทบทวนใหม่เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น การแก้ไขบทเรียน โปรแกรมนั้นแก้ไขตามลำดับความสำคัญดังนี้

3.1 แก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชา (Technical Accuracy) เป็นขั้นตอนที่จะต้องกระทำอย่างยิ่ง เพราะความถูกต้องของเนื้อหาวิชาเป็นส่วนสำคัญที่สุดของบทเรียน โปรแกรมโดยปกติจะมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา 3 คน ช่วยกันตรวจสอบว่าเนื้อหาวิชาถูกต้องหรือไม่

3.2 แก้ไขทางด้านเทคนิคการเขียน (Programming Technique)
การแก้ไขทางด้านเทคนิคของบทเรียน โปรแกรม นั้น มีข้อพิจารณาดังนี้

3.2.1 แก้ไขบทเรียน ผู้เขียนหรือผู้ตรวจควรพิจารณาว่าบทเรียน โปรแกรม ที่สร้างขึ้นมีความต่อเนื่องหรือไม่ ตัวอย่างที่ยกมาหรืออย่างนั้นเหมาะที่จะทำให้เกิดความคิดที่ถูกต้องต่อผู้เรียนหรือไม่ ผู้เรียนเคยรู้จักหรือไม่ ขณะที่ผู้เรียนติดตามเนื้อเรื่องในบทเรียนสามารถติดตามแนวเหตุผลไปเรื่อย ๆ หรือไม่ บทเรียนดำเนินเข้าไปสู่การสรุปด้วยความแน่นอนหรือไม่

3.2.2 แก้ไขการเขียนต้องพิจารณาว่าผู้เขียนปฏิบัติตามกฎการเขียนตลอดบทเรียนหรือไม่ มีกรอบตั้งต้น กรอบฝึกหัด กรอบรองสุดท้าย และกรอบสุดท้ายหรือไม่ การเรียงลำดับเนื้อหาเป็นไปตามลำดับก่อนหลังหรือไม่ เนื้อหาภายในกรอบกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ผู้เขียนพยายามสร้างขึ้นให้กับผู้เรียนสัมพันธ์กันหรือไม่

3.2.3 แก้ไขความเรียง (Composition Technique) การแก้ไขความเรียงเป็นการแก้ไขความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ภาษา การสะกดการันต์และประสิทธิภาพในการสื่อสารเครื่องหมายวรรคตอน เพราะหากบทเรียนมีความเรียงที่ผิด อาจจะสร้างความคิดรวบยอดที่ผิดให้กับผู้เรียนได้

4. ขั้นตอนทดสอบบทเรียนโปรแกรม

หลังจากสร้างและแก้ไขบทเรียนโปรแกรมตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว จะต้องทดสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

การทดสอบบทเรียนจะกระทำ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing)

ขั้นที่ 2 การทดสอบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)

ขั้นที่ 3 การทดสอบภาคสนาม (Field Testing)

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรม ผู้สร้างต้องคำนึงถึงความรู้ความสามารถ ความเหมาะสมของผู้เรียน เนื้อหาที่จะนำมาสร้างต้องมีความถูกต้องชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

1.7 ประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 56) ได้จำแนก บทเรียนสำเร็จรูป มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมาก ดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และดำเนินไปตามความสามารถของตนเอง คล้ายกับผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลง โดยเฉพาะเกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ครูจะมีเวลาในการเตรียมบทเรียนอื่นที่ยุ่งยากลึกซึ้งก้าวหน้าไปอีก
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เยาะเย้ย เพราะไม่มีใครเห็น เมื่อผิดก็สามารถแก้ความเข้าใจผิดของตนเองได้ทันที
4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบัน ที่นิยมทำงานเป็นกลุ่มและสนใจในเนื้อหาวิชาน้อย
6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถคุมนักเรียนให้เรียนจากบทเรียนโปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม หรือทบทวนได้ด้วยตนเอง
8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนก็มีโอกาสช่วยตนเองให้ตามผู้อื่นทันได้
9. ครูมีโอกาสให้ความสนใจดูแลผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น

ทิสนา แคมมณี (2553, หน้า 380) ได้จำแนก บทเรียนสำเร็จรูป มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง
2. เป็นการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยลดภาระครูและช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู

สรุป การใช้บทเรียนโปรแกรมในการสอนนักเรียนทำให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชานั้น ๆ ด้วย ที่สำคัญบทเรียน โปรแกรมยังช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูด้วย

1.8 ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

จิรารัตน์ ชีรเวชย์ (2542) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมไว้บางประการ คือ

1. ไม่อาจใช้แทนผู้สอนได้โดยสิ้นเชิง เพราะผู้เรียนยังต้องการคำแนะนำจากผู้สอนอยู่
2. เนื้อหาบางวิชา ที่ต้องการตอบสนองในแง่ของความคิด เช่น เรียงความจะใช้วิธีนี้ไม่ได้ผล

3. ผู้เรียนเก่งที่เรียนจบได้เร็วจะเบื่อหน่าย ถ้าผู้สอนไม่มีความสามารถพอ เช่น เพิ่มเต็มนงานพิเศษให้ได้ศึกษาเพิ่มเติม

4. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่ผู้สอนสร้างขึ้น ย่อมไม่วิเศษไปกว่าคน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้สอนที่มีความสามารถสูง บทเรียนบางบทก็ไม่สนองให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์บทเรียนแบบโปรแกรม มีไว้เพื่อปรับปรุงการสอนมิใช่เพื่อเข้าแทนที่การสอน

5. ผู้เรียนที่ไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเอง ในการใช้บทเรียนจะไม่ได้ผลในการเรียนรู้
- บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 57) กล่าวถึง บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียน โปรแกรมว่าถึงแม้จะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมากก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ

1. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นความจริง หรือความรู้พื้นฐานมากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่ม หรือมีความลึกซึ้งมาก ๆ
2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะคำตอบเป็นบางคำเท่านั้น
3. ผู้เรียนขาดการสังกตติดต่อซึ่งกันและกัน
4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหา สำหรับในบางท้องถิ่น

5. มีส่วนทำให้เด็กที่เรียนเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น

6. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา เขียนให้ดีกว่าก่อนข้างยากจะเห็นได้ว่า บทเรียนโปรแกรมมีประโยชน์และคุณค่าต่อการเรียนการสอน และการศึกษามาก แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่บ้าง ฉะนั้น เมื่อนำบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้ ควรจะได้หาทางแก้ไขข้อจำกัดที่จะเกิดขึ้นไว้ด้วย

ทิสนา แคมมณี (2553, หน้า 380) ได้กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรม ว่ามีข้อจำกัด ดังนี้

1. เป็นบทเรียนที่พึ่งบทเรียนโปรแกรม หากไม่มีบทเรียนหรือบทเรียนไม่มีคุณภาพดีพอก็ย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
 2. การสร้างบทเรียนให้มีคุณภาพที่ดีเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยากในการจัดทำ ผู้สร้างจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างบทเรียน
 3. บทเรียนโปรแกรมที่ดีมีปริมาณน้อย บทเรียนโปรแกรมที่มีคุณภาพไม่ดีพอจะไม่น่าสนใจและไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้
- สรุป การสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมกับนักเรียน จะทำให้บรรลุผลที่ตั้งไว้ได้ ตัวของบทเรียนจะต้องมีคุณภาพที่สามารถจะดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีตามมุ่งหมายของครู

1.9 บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรม

Scriven (1961, อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 55) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรมในการสอน เอาไว้ดังนี้

1. คอยให้กำลังใจแก่ผู้เรียน ชี้ให้เห็นประโยชน์ที่จะได้รับและคอยหาข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียนให้
 2. ช่วยแก้ปัญหาในการเรียนรายบุคคล
 3. ให้การตอบสนองต่อปัญหาในด้านอารมณ์ ปัญหาเกี่ยวกับการขาดเรียนของผู้เรียนและอื่น ๆ โดยให้การช่วยเหลือที่เหมาะสมและการควบคุมดูแลเป็นอย่างดี
 4. ประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน โดยอาศัยการพิจารณาทุกด้าน
- บทบาทของครูมีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม เพราะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนทั้งด้านสติปัญญา อารมณ์ และเป็นกำลังใจให้กับนักเรียนได้ดี

ทิสนา แคมมณี (2553, หน้า 379-380) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนของครู ด้วยบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาความต้องการและความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อ จะ ได้ทราบว่าจะควรให้บทเรียนเรื่องอะไร แก่ใคร
2. สร้างหรือหาบทเรียนโปรแกรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและความต้องการของนักเรียน
3. ชี้แจงการใช้งานบทเรียน โปรแกรมและคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย
4. เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วครูมีหน้าที่ทดสอบเพื่อประเมินความรู้แก่นักเรียนสรุป เพื่อให้การเรียนการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพครูจึงมีหน้าที่ดูแลช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิด เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยและไม่เข้าใจในบางเรื่อง ครูสามารถช่วยอธิบายหรือยกตัวอย่างที่อยู่นอกเหนือจากตัวบทเรียน โปรแกรมเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากขึ้น

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาส ให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็น สำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1.1.1 จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.1.1.2 การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.1.3 เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนิยามภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.1.1.4 พืชคณิต: แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการ ของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

2.1.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียน ข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และ ช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.1.1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการ ที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้ จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.1 ใช้การนิยามภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พืชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คณิตศาสตร์และการนำเสนอ

หมายเหตุ

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบมีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

2.2 ความหมาย และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ซึ่งมีความจำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือในการปลูกฝังอบรมให้นักเรียนมีความระเอียดรอบคอบ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ในอันที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขและที่สำคัญคือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สืบทอดมาจนถึงเยาวชนรุ่นหลัง ฉะนั้นการให้เด็กได้มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมาก เพราะจะช่วยให้เด็กดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคมปัจจุบัน

คณิตศาสตร์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, หน้า 162) ให้ความหมายว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ เวบสเตอร์ (1976, p. 110, อ้างถึงในเพลินพิศ กาสลัก 2542, หน้า 9) ได้ให้ความหมายว่า “คณิตศาสตร์” หมายถึง กลุ่มของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส และอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Size) รูปร่าง (Form) และความสัมพันธ์ (Relation) คุณสมบัติ (Attributes) โดยการใช้จำนวน (Number) และสัญลักษณ์ (Symbol) เป็นเครื่องช่วย

บุญทัน อยู่ชมบุญ (ม.ป.ป, หน้า 43) สรุปลักษณะทั่วไป ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เริ่มต้นด้วยสิ่งที่ไม่ต้องให้คำนิยาม (Underfined Terms) คำจำกัดความ (Definition) และสิ่งที่เห็นจริงแล้วโดยไม่ต้องพิสูจน์ (Axioms) รวมเป็นหลักเบื้องต้น (Logic or Reasoning)
2. จากหลักกฎเบื้องต้นอาศัยตรรกวิทยา (Logic or Reasoning) นักคณิตศาสตร์ก็สามารถสร้างทฤษฎี (Theorems) ขึ้นมาโดยการพิสูจน์ (Proof)
3. สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการพิสูจน์
4. คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 คณิตศาสตร์ประยุกต์หรือคณิตศาสตร์ปฏิบัติ (Applied Mathematics) เป็นคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4.2 Pure mathematic เป็นคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เสริมสร้างความคิดริเริ่มและช่วยให้มองเห็นความงดงามของคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545, หน้า 2) ได้กล่าวถึง คณิตศาสตร์ ไว้ว่า คณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นนามธรรมมีโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชา บทนิยาม สัญพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้

อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อมูลและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นภาษาสากล ที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 1) ได้กล่าวถึงคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีแต่โบราณ ก่อนคริสต์ศักราชมนุษยได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์ไม่ได้หมายความว่าถึงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือตัวเลขเท่านั้น แต่คณิตศาสตร์ยังหมายถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิดต้องอาศัยเหตุผล และการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการฝึกการแก้ปัญหาต่าง ๆ ใช้ความคิดช่วยพัฒนาให้เกิดการค้นคว้า และดัดแปลงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้ทันสมัยและเหมาะสมกับการนำไปใช้มากขึ้น เช่น การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณจากการใช้ลูกคิด (Abacus) เป็นการใช้เครื่องคิดเลข (Calculator) และเครื่องคิดเลข (Graphic Calculator) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการเขียนกราฟต่าง ๆ ได้ ตลอดจนการใช้คอมพิวเตอร์

2. คณิตศาสตร์ เป็นภาษาหนึ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการคิดและตกลงยอมรับที่จะนำไปใช้ เช่น ตัวเลขฮินดูอารบิก ได้แก่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ซึ่งชาวฮินดูได้คิดขึ้นเมื่อประมาณปี ค.ศ. 500 และปัจจุบันก็ยังคงใช้ตัวเลขฮินดูอารบิก

3. คณิตศาสตร์ เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์เป็นความมีระเบียบและความผสมผสานกลมกลืนกัน นักคณิตศาสตร์ได้แสดงความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับคณิตศาสตร์ เช่น รังผึ้งเป็นภาพที่ประกอบด้วยรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าหลาย ๆ รูป

4. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่สร้างความมีระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนในการคิด และต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล สิ่งที่เราเรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไปหรือในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป เช่น การเรียนเรื่องการบวกก่อนแล้วจึงเรียนเรื่องการลบ

ยุพิน พิพิธกุล (2545, บทนำ) กล่าวถึง คณิตศาสตร์ มิใช่มีความหมายเพียงแต่ตัวเลข และสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์ยังมีความหมายกว้างมาก ซึ่งจะสรุปได้ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ด้วยวิธีคิด เราก็จะสามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหา

ทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิด
สิ่งที่แปลกและใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดของมนุษย์ มนุษย์สร้างสัญลักษณ์แทน
ความคิด นั้น ๆ และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้ เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน
คณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและ
สื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด เป็นภาษาสากล
ที่ทุกชาติทุกภาษาที่เรียนคณิตศาสตร์จะเข้าใจตรงกัน

3. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีแบบรูป (Pattern) เราจะเห็นว่าการคิดทางคณิตศาสตร์
นั้น จะต้องมีความแบบ มีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตามทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมา
ให้เห็นจริง

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์ คือ วิชาที่ประกอบด้วยกลุ่มวิชาต่าง ๆ ที่มี
ลักษณะของการคำนวณ โดยอาศัยจำนวน ตัวเลขและสัญลักษณ์เป็นเครื่องมือในการคิดและ
มีกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอน มีแบบแผน มีรูปแบบและอาศัยหลักการคิดอย่างมีเหตุผล

2.3 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนแต่ละวิชาที่มีลักษณะแตกต่างกันไปตามธรรมชาติของวิชา
คณิตศาสตร์พอจะสรุปได้ดังนี้

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ได้ 4 ประการ คือ

1. โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์

โครงสร้างสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ มีส่วนประกอบ 4 ประการ คือ

1.1 นิยาม (Underfined Terms) คำที่ไม่ได้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความ
แต่ให้เข้าใจตรงกัน นักคณิตศาสตร์ได้เริ่มโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคำกลุ่มหนึ่ง ซึ่งไม่ให้
ความหมายหรือคำจำกัดความ โดยที่ให้ตกลงกันว่า คำเหล่านี้เป็นที่เข้าใจกัน อาจจะทำความเข้าใจ
ให้ตรงกันโดยใช้วิธีการศึกษาจากตัวอย่าง หรือเข้าใจด้วยปฏิภาพ

1.2 นิยาม (Derfinition หรือ Derfined Terms) คือการนำเอานิยามมาบรรยาย
หรือกำหนดคุณลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น นำคำว่า “จุด” และ “ทางเดิน” มาอธิบายคำว่า “เส้น”

1.3 กติกา (Postulate) คณิตศาสตร์บางแขนงใช้คำว่า ข้อตกลงเบื้องต้น
(Assumption) ในคณิตศาสตร์แนวเก่าใช้คำว่า สัจพจน์ (Axioms) หมายถึง ประโยคหรือข้อความ
ที่เราไม่ต้องพิสูจน์แต่ให้ยอมรับว่าเป็นจริงในเรื่องที่เราพูดกันอยู่ในชีวิตจริงเรายอมรับอะไร ๆ
หลายอย่างในลักษณะเป็นข้อตกลงหรือกติกา

1.4 ทฤษฎีบท (Theorem) เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลชุดหนึ่ง หรือจากเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่า เป็นจริง (Valid) ทุกกรณี คือ สมเหตุสมผลการพิสูจน์ทฤษฎีเป็นการให้เหตุผลทางตรรกวิทยา โดยการเอานิยาม กติกา หรือทฤษฎีบทที่ได้พิสูจน์แล้วไปสนับสนุนเป็นเหตุเป็นผลเพื่อแสดงว่าทฤษฎีนั้นเป็นจริง ความเป็นจริงในทุกกรณีของทฤษฎี หมายถึง ความสมเหตุ สมผลเท่านั้น ไม่ได้หมายถึงข้อเท็จจริง (Fact หรือ Truth) แต่ที่ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์บางแขนง บางเรื่องที่เป็นข้อเท็จจริงทุกกรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกติกาของคณิตศาสตร์แขนงนั้น ถ้ากติกาเป็นข้อเท็จจริง แน่แน่นอน ทฤษฎีที่พิสูจน์โดยใช้กติกานั้นอ้างอิงเป็นเหตุเป็นผลก็ย่อมได้ผลเป็นข้อเท็จจริงด้วย

2. ความเป็นนามธรรม (Abstract)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรม คำทุกคำ ประโยคทุกประโยคในวิชาคณิตศาสตร์ว่าด้วยนามธรรม ทั้งนี้สืบเนื่องจากอนิยามเป็นนามธรรม ตัวเลข (Numeral) เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนจำนวน จะบวก ลบ คูณ หาร กันไม่ได้ เพราะไม่มีนิยามการบวก ลบ คูณ หาร ให้แก่ตัวเลข หากแต่เรานิยามการบวก ลบ คูณ และหารให้กับจำนวน

3. ความถูกต้องเที่ยงตรง (Accuracy) และกระชับรัดกุม (Rigor)

เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรมนั่นเอง ทำให้คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรงอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น ถ้าเราแบ่งน้ำในถ้วยออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ในเชิงฟิสิกส์เราไม่สามารถทำได้ เพราะเครื่องมือของเราไม่มีความละเอียดเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นตราชั่งหรือถ้วยตวง ทั้งนี้เราไม่สามารถจะควบคุมอุณหภูมิในขณะที่แบ่งน้ำ ถ้าเป็นการแบ่งในเชิงคณิตศาสตร์ เราแบ่งน้ำหนักของน้ำปริมาณเท่านี้ออกเป็น 2 ส่วน ย่อมจะได้ส่วนละ $\frac{1}{2}$ ปอนด์ และนอกจากความถูกต้องเที่ยงตรงแล้ว ทุกขั้นตอนจะต้องมีเหตุผล และเหตุผลมีความสำคัญยิ่งกว่าการใช้สัญลักษณ์ คณิตศาสตร์จะตอบคำถามว่า “ทำไม” มากกว่า “อย่างไร” ในวิชาคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถใช้สามัญสำนึกเป็นเครื่องตัดสินหากแต่อนุญาตให้ใช้นิยาม อนิยาม กติกา และทฤษฎีบท มาสนับสนุนเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรสักอย่างหนึ่งเป็นจริง ยิ่งระดับที่เป็นนามธรรมลึกซึ้งมากขึ้นเพียงใด เหตุผลก็ยิ่งมีบทบาทมากขึ้นเพียงนั้น

4. ความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งจะหากรณีทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ คือ แทนที่จะหากรณีเฉพาะเช่น $1+2+3+4+5 = 15$ เราจะถามเลยว่า $1+2+3+\dots+N = ?$ ซึ่งเป็นกรณีทั่วไป ถ้าเราตอบได้ว่า $1+2+3+\dots+N = ?$ ได้แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องหากรณีเฉพาะอื่น ๆ อีก

จากเนื้อหาธรรมชาติของวิชา คณิตศาสตร์ จะเห็นว่าในการถ่ายทอดจากผู้ส่ง ความรู้ไปยังผู้รับความรู้ จะต้องใช้ตัวพาความรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับ อนิยาม นิยาม กติกา ทฤษฎีบท การคิดหาวิธีเพื่อสร้างความเข้าใจจากรูปธรรม (ภาพ) ไปสู่นามธรรม การตรวจสอบ ด้านความกระชับรัดกุมและความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหา การเตรียมคำถามที่ดีว่า “ทำไม...” เพื่อให้ผู้รับความรู้ได้มีโอกาสได้แสดงเหตุผลได้มากที่สุด

คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ช่วยสร้างสรรค์จิตใจของมนุษย์ ฝึกให้คิดอย่างมี ระเบียบแบบแผน คณิตศาสตร์ไม่ใช่เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณแต่เพียงอย่างเดียว หรือ ไม่ได้มีความหมายเพียงตัวเลข สัญลักษณ์เท่านั้น นอกจากตัวเลข สัญลักษณ์ และทักษะการคิด คำนวณแล้ว ยังช่วยส่งเสริมการสร้างและการใช้หลักการ (Principle of Mathematics) รู้จัก คาดคะเน ช่วยในการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจากความ แตกต่างระหว่างบุคคล ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดได้อย่างอิสระบนความมีเหตุผล ไม่จำกัด ว่าการคิดคำนวณต้องออกมาเพียงคำตอบเดียวหรือวิธีเดียว

คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง เป็นภาษาเฉพาะตัวซึ่งกำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ สื่อความหมายเป็นที่เข้าใจตรงกัน เป็นภาษาที่มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม (Abstract) การเรียนการสอน โดยใช้สัญลักษณ์เพียงอย่างเดียว จะทำให้เข้าใจยาก ควรให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากรูปธรรม (Concrete) ก่อนแล้วจึงใช้สัญลักษณ์ ครูผู้สอนต้องหากลวิธีหาสื่ออุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบาย เรื่องที่เป็นนามธรรม

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต่อเนื่องกันเสมือนลูกโซ่ เนื้อหาในเรื่อง ส่วนหนึ่งอาจ นำไปใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ข้อจำกัดหรือข้อพร่องในระดับประถมศึกษา จะมีผลกระทบมาถึง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้เป็นจุดอ่อนในการเรียนและพื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นก็จะไม่ติดตามไปด้วย มีผลกระทบไปยังการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและ ต่อไปถึงระดับอุดมศึกษาด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ธรรมชาติของคณิตศาสตร์วิชามีลักษณะเป็นนามธรรม เป็น เรื่องของการคิดอย่างมีระบบ มีระเบียบ กฎเกณฑ์บนพื้นฐานของเหตุผล ทั้งตัวเลข และสัญลักษณ์ ล้วนเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน แทนความคิดที่สามารถสื่อความหมายและถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตรงกัน

2.4 ปรัชญาด้านการสอน หลักการสอนและวิธีสอนคณิตศาสตร์

ปรัชญาการสอน

เนื่องจากเป็นยุคปฏิรูปการศึกษาคงจะต้องมีปรัชญาว่า ทำอย่างไรจึงจะสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเอง ทำเอง ค้นพบด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะแนวถ้าจำเป็นที่จะต้องแนะ ผู้สอนไม่ใช่ผู้บอก ผู้สอนใช้วิธีหลากหลาย ยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับเนื้อหา ไม่มุ่งสอนแต่คณิตศาสตร์อย่างเดียว จะต้องแทรกทั้งทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนคุณลักษณะต่าง ๆ ในด้านจริยธรรม ฝึกความมีระเบียบวินัยและมีเหตุผล นอกจากนี้การสอนจะต้องสอดแทรกทั้งจริยธรรมและสิ่งแวดล้อม

หลักการสอน

ยุพิน พิศิษฐกุล (2545, หน้า 11-12) กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบ
3. สอนให้สัมผัสภาพลักษณ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมดการรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น
4. เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากหน้าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจซึ่งอาจจะมีกลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูน ปริศนา ต้องรู้จักสอดแทรกสิ่งละอุนพันละน้อยให้บทเรียนน่าสนใจ
5. ให้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลใจ ที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงมีการนำสู่บทเรียนเข้าใจเสียก่อน
6. ควรจะคำนึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะต้องเนื่องกับกิจกรรมเดิม
7. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อมๆกัน
8. ให้ผู้เรียนมองเห็น โครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
9. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินสาระการเรียนรู้ กำหนดไว้ ซึ่งอาจให้ผู้เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เรียนเก่ง ก็อาจจะชอบควรส่งเสริมเป็นรายไปในการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมศักยภาพ

10. สอนให้นักเรียนหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนสรุปได้

11. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง

12. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น

13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ

14. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งแปลกและใหม่มา

ถ่ายทอดให้ผู้เรียนและผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีศรัทธาในอาชีพของตน

จากหลักการสอนดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า แม้ผู้สอนจะรู้หลักการสอนดีแล้วก็ยังไม่สามารถเป็นผู้สอนที่ดีได้ ควรจะได้รู้วิธีการสอนด้วย

2.5 จิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 2-9) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) นักเรียนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในด้านสติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และลักษณะนิสัย ในการจัดการเรียนการสอน ครูจึงต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มาก เพราะการสอนเด็กเก่ง เด็กอ่อนจะไม่เหมือนกัน

2. จิตวิทยาในการเรียนรู้ (Psychology of Learning) การสอนนักเรียนนั้นก็เพื่อให้เกิดการพัฒนาขึ้น นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งบอกกล่าวเป็นเรื่อง ๆ ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใด ประสบการณ์หนึ่งเป็นครั้งแรกเขาก็มีความอยากรู้อยากเห็นและอยากจะคิดอยากจะทำได้ วิธีการคิดอาจจะลองผิดลองถูก แต่เมื่อได้รับประสบการณ์อีกครั้งหนึ่ง เขาจะสามารถตอบได้ แสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้

2.2 การถ่ายทอดการเรียนรู้

2.2.1 นักเรียนได้รับการถ่ายทอดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อเห็นสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ ตัวอย่าง

2.2.2 ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตรูปแบบของสิ่งที่คล้ายคลึงกัน แล้วเขาจะสามารถสรุปว่าแบบนั้นเป็นอย่างไร

2.2.3 รู้จักนำเรื่องที่เคยเตรียมมาแล้วในอดีตมาเปรียบเทียบ หรือใช้กับเรื่องที่จะต้องเรียนใหม่

2.2.4 ควรให้นักเรียนได้เรียนอย่างประสบความสำเร็จเป็นเรื่อง ๆ เพราะถ้าเขาทำเรื่องใดสำเร็จ เขาก็จะสามารถถ่ายทอดไปยังเรื่องอื่น ๆ ได้

2.2.5 การถ่ายทอดการเรียนรู้จะสำเร็จผลมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู ดังนั้นจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่า ครูจะสอนอะไรและสอนอย่างไร

2.3 ธรรมชาติของการเกิดการเรียนรู้ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้นั้นจะต้องรู้ในเรื่องต่อไปนี้

2.3.1 จะต้องดูจุดประสงค์ในการเรียนบทเรียนแต่ละบท

2.3.2 นักเรียนจะต้องรู้จักวิเคราะห์ข้อความในลักษณะที่เป็นแบบเดียวกัน หรือการเปรียบเทียบกัน เพื่อนำไปสู่การค้นพบ

2.3.3 นักเรียนจะต้องรู้จักสัมพันธ์ความคิด

2.3.4 นักเรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้

2.3.5 ครูจะต้องรู้จักวิธีการที่จะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป ในการสอนแต่ละเรื่องควรจะได้สรุปบทเรียนทุกครั้ง

2.3.6 ครูไม่ควรทำโทษนักเรียน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายยิ่งขึ้นควรจะเสริมให้กำลังใจแก่นักเรียน

3. จิตวิทยาในการฝึก (Psychology of Drill)

3.1 การฝึกให้เกิดผลดีต้องฝึกเป็นรายบุคคล

3.2 ควรฝึกไปที่ละเรื่องเมื่อจบบทเรียนหนึ่ง ๆ และเมื่อเรียนได้หลายบท ก็ควรจะฝึกรวบยอดอีกครั้ง

3.3 ควรมีการตรวจสอบแบบฝึกหัดทุกครั้งที่ทำให้นักเรียนทำ เพื่อประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย

3.4 เลือกแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับบทเรียน และแบบฝึกหัดพอเหมาะ ไม่มากเกินไป ตลอดจนหาวิธีการในการทำแบบฝึกหัด

3.5 แบบฝึกหัดที่ทำให้นักเรียนทำนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

3.6 แบบฝึกหัดที่ดีนั้นควรจะมีหลาย ๆ ด้าน คำนึงถึงความยากง่าย เรื่องใดควรเน้นให้ทำหลายข้อ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและทำได้

3.7 พึงตระหนักอยู่เสมอว่า ก่อนที่จะให้นักเรียนทำโจทย์นั้น นักเรียนเข้าใจวิธีการทำโจทย์โดยต้องแก้ตัวอย่างปล่อยให้ นักเรียน ทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอน โดยไม่เกิดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์แต่ละประการใด

3.8 พึงตระหนักอยู่เสมอว่า ฝึกอย่างไรจึงจะให้นักเรียน “คิดเป็น” ไม่ใช่ “คิดตาม” ครูจะต้องฝึกหัดให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

4. เรียนโดยการกระทำ (Learning by doing) ทฤษฎีนี้กล่าวมานานแล้ว โดยจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ในการสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องให้นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติจริง แล้วจึงสรุปโน้มนส (Concept) เพราะถ้านักเรียนได้ค้นพบตัวเองเขาจะจดจำไปได้นาน

5. การเรียนเพื่อรู้ (Master Learning) เป็นการเรียนรู้แบบรู้จริงทำได้จริง นักเรียนเมื่อเรียนคณิตศาสตร์ บางคนทำได้ตามจุดประสงค์ แต่บางคนก็ไม่สามารถทำได้ นักเรียนประเภทหลังนี้ ควรได้รับการซ่อมเสริมให้เขาเกิดการเรียนรู้ แต่อาจต้องใช้เวลามากกว่าคนอื่น ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำอย่างไรให้ทุกคนได้เรียนรู้จนครบ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

6. ความพร้อม (Readiness) เป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะถ้านักเรียนไม่มีความพร้อม เขาก็ไม่สามารถที่จะเรียนต่อไปได้ ครูจะต้องสำรวจดูความพร้อมของนักเรียนก่อนจัดการเรียนการสอน

7. แรงจูงใจ (Motivation) เป็นเรื่องที่ครูควรเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ก็ยากอยู่แล้ว ครูควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้ การให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหานั้นครูควรจะให้ทำง่าย ๆ ก่อน ให้เขาถูกต้องไปทีละขั้นตอนแล้วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การแข่งขันหรือเสริมกำลังใจ เป็นกลุ่มก็จะสร้างแรงจูงใจเช่นเดียวกัน

8. การเสริมกำลังใจ (Reinforcement) เป็นเรื่องที่สำคัญในการสอน เพราะคนเรานั้นเมื่อทราบว่า พฤติกรรมที่แสดงออกมาเป็นที่ยอมรับ ย่อมมีกำลังใจ การที่ครูชมนักเรียน เช่น ดีมาก ดี เก่ง ฯลฯ หรือมีการยิ้ม พยักหน้า เหล่านี้จะเป็นกำลังใจให้แก่ นักเรียนเป็นอย่างมาก แต่ต้องเหมาะสมกับโอกาส การเสริมกำลังใจมีทั้งทางบวกและทางลบ ครูต้องรู้จักใช้และพิจารณาให้ดี วาจาของครูเป็นสิ่งที่ควรระวัง เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดการท้อถอยได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนคนที่แก้ปัญหานั้นได้คือ ครู

2.6 จุดมุ่งหมายสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543, หน้า 43) ได้พูดถึงจุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาพลังทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ดังนั้นหลักสูตรจะต้องเตรียมพร้อม เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้รับเนื้อหาที่สำคัญเพียงพอกับความต้องการ โครงสร้างของหลักสูตรจะต้องมีความสัมพันธ์กันในแต่ละระดับ และมีความเหมาะสมกับระดับความรู้ หรือวัยของผู้เรียน
2. ช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ มีโลกทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถใช้คณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างเป็นสากล
3. เรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ดีในการเชื่อมโยงกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และเป็นระบบ
4. เพื่อฝึกฝนและสร้างประสบการณ์ ซึ่งไม่สามารถจะตัดสินผลสมอย่างใดอย่างหนึ่งออกไปได้ การสอนจำเป็นต้องให้เนื้อหาที่จำเป็นอย่างครบถ้วน ครูต้องพยายามให้ทุกคนเข้าใจบทเรียน แม้นักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกัน แต่คณิตศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับทุกคนสามารถจะปลูกฝังพื้นฐานคณิตศาสตร์ให้กับทุกคนได้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Wilson (1971, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสอง

Wilson (1971, p. 7) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถระดับนี้ จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์นิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์ และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือ โดยทางอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกกระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรม ระดับความรู้ ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจการตีความ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principle, Rules and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Elements From One Mode To Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจจะดัดแปลงมาจากข้อสอบวัดความสามารถในด้านอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคือคล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability Solve Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาลักษณะนี้อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีโจทย์ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้รับคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็น ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสำคัญ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมกับความเข้าใจมโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการให้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าความสามารถในขั้นนี้ ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalization) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องให้สมเหตุ สมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดขึ้นมาใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

สุวิทย์ หิรัญภณัท และคณะ (2540, หน้า 5) กล่าวถึงความหมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้

ความสามารถหรือทักษะ หรือ หมายถึง ผลการเรียนรู้การสอน หรือผลงานที่ได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ ก็ได้

พรพรหม อัตตวัฒนกุล (2547, หน้า 33) กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา การเข้าถึงความรู้ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบ คะแนนจากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือพิจารณาทั้งสองอย่าง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา หรือทักษะ หรือคะแนนสอบ การเข้าถึงความรู้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบ หรือผลงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำจากเข้าร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ

องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961, pp. 14-16, อ้างถึงใน พรพรหม อัตตวัฒนกุล 2547, หน้า 34) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียม ประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนในวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

Carrol (1963, pp. 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการนำของครูนักเรียน และหลักสูตรเป็น

องค์ประกอบสำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เช่น ตัวนักเรียน สภาพแวดล้อม ครอบครัว และที่สำคัญ คือการสอนของครู

4. ความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านนิยามความหมายของความพึงพอใจไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

กิตติมา ปรีดีดิลก (2529, หน้า 321) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุและทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ และยังสามารถกล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวกับพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของมาสโลว์ว่า หากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้รับการตอบสนองก็จะทำให้เขาเกิดความพึงพอใจ ซึ่งมาสโลว์ได้แบ่งความต้องการพื้นฐานออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย
2. ความต้องการความปลอดภัย
3. ความต้องการทางสังคม
4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องจากสังคม
5. ความต้องการสมหวังในชีวิต

กาญจนา ภาสุรพันธ์ (2531, หน้า 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกหรือความนึกคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับตามที่คาดหวังหรือมากกว่าที่คาดหวัง

ถิรธรรม ภูมิใจสกุล (2532, หน้า 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความต้องการที่แท้จริงเพื่อให้ได้ผลอย่างใดอย่างหนึ่งภายใต้สถานการณ์ทำงาน หากบุคลากรได้คำตอบแทนเลื่อนตำแหน่ง ได้รับการยกย่อง ย่อมก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ถ้าหากได้รับการตำหนิหรือการลงโทษแบบต่าง ๆ ย่อมก่อให้เกิดความไม่พอใจขึ้น

อุบลลักษณ์ ไชยชนะ (2543, หน้า 36) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติที่เป็นไปตามความคาดหวัง ที่จะทำให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ทรงสมร คชเลิศ (2543, หน้า 12) ได้สรุปเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า เป็นเรื่องที่ เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคลอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจ ซึ่งปรากฏ ออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นิยามถึงความพึงพอใจของผู้เรียนในการศึกษาด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรีโกณมิติและอนุพันธ์ ว่าหมายถึง การแสดงออก ของนักเรียนถึง ความรู้สึกชอบมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด เมื่อเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องแคลคูลัส ซึ่งความรู้สึกนี้ส่งผลต่อความพร้อม และความเอาใจใส่ในการเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความตั้งใจ และความกระตือรือร้น ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความ คิดเห็นของนักเรียน โดยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เป็นชนิดประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 เป็นมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับ (สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก, 2541, หน้า 388-389)

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

การที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนจะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้น ให้เกิดความรักหรือทัศนคติที่ดีต่อการเรียนนั้น และบุคคลจะเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องมีการจูง ใจให้เกิดขึ้น แรงจูงใจหรือการจูงใจ (Motivation) หมายถึง สภาวะที่อินทรีย์ถูกกระตุ้นหรือถูก ผลักดันให้แสดงพฤติกรรม เพื่อไปยังจุดหมายปลายทางที่วางไว้ (สุณีย์ ชีรดากร, 2526, หน้า 85) แต่ แรงจูงใจจะมีได้ต้องอาศัยสิ่งจูงใจเป็นเครื่องล่อ ดังที่ สมพงษ์ เกษมสิน (2533, หน้า 108) กล่าวไว้ว่า การจูงใจหมายถึง ความพยายามชักจูงให้ผู้อื่นแสดงออกหรือปฏิบัติตามสิ่งจูงใจ สำหรับสิ่งจูงใจ เป็นเครื่องล่อหรือกระตุ้นเพื่อให้เกิดการจูงใจนั้น Good (1973, p. 281) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง วัตถุหรือสภาวะใด ๆ ที่สามารถเร้าให้เกิดการจูงใจได้

Whitehead (1967, pp. 1-41) กล่าวถึง การสร้างความพอใจ และขั้นตอนของการ พัฒนาว่ามี 3 ขั้นตอน คือ จุดยื่น จุดแย้ง และจุดปรับ ซึ่งไวท์เฮด เรียกชื่อใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาว่า การสร้างความพึงพอใจ การทำความกระจำ และการนำไปใช้ในการเรียนรู้ใด ๆ ควรเป็นไปตาม 3 จังหวะ คือ

- การสร้างความพึงพอใจ - นักเรียนรับสิ่งใหม่ ๆ มีความตื่นเต้น พอใจในการได้ พบและเก็บสิ่งใหม่
- การทำความกระจำ - มีการจัดระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนด ขอบเขตที่ชัดเจน

การนำไปใช้

- นำสิ่งใหม่ที่ได้มาไปจัดสิ่งใหม่ที่จะได้พบต่อไป เกิด
ความตื่นเต้นที่จะเอาไปจัดสิ่งใหม่ ๆ ที่เข้ามา

ไวท์เฮด กล่าวถึงการสร้างภูมิปัญญาระบบการศึกษาว่า ได้ปฏิบัติกันอย่างผิดพลาดตลอดโดยใช้วิธีการฝึกทักษะอย่างง่าย ๆ ธรรมดา ๆ แล้วคาดเอาไว้จะทำให้เกิดภูมิปัญญาได้ ถนนที่มุ่งสู่ภูมิปัญญาได้มีสายเดียว คือ เสรีภาพและวิทยาการ เป็นสาระสำคัญสองประการของการศึกษา ประกอบกันเป็นวงจรการศึกษาสามจังหวะ คือ เสรีภาพ-วิทยาการ-เสรีภาพ ซึ่งเสรีภาพในจังหวะแรกก็คือ ขั้นตอนของการสร้างความพอใจ วิทยาการในขั้นที่สองก็คือ ขั้นทำความกระจำ และเสรีภาพในช่วงสุดท้ายก็คือ ขั้นการนำไปใช้ วงจรเหล่านี้ไม่ได้มีวงจรเดียวแต่มีลักษณะเป็นวงจรซ้อนวงจร วงจรหนึ่งเปรียบได้กับเซลล์หนึ่งหน่วยและขั้นตอนการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ของมันก็คือ โครงสร้างอินทรีย์ของเซลล์เหล่านั้น เช่นเดียวกับวงจรเวลาที่มีวงจรเวลาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปี ประจำฤดู เป็นต้น วงจรของบุคคลตามช่วงอายุจะเป็นระดับ ดังนี้

ตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 13-14 ปี เป็นขั้นของความพอใจ

ช่วงอายุ 14-18 ปี เป็นขั้นของการค้นหาทำความกระจำ

และอายุ 18 ปีขึ้นไป เป็นขั้นของการนำไปใช้

นอกจากนี้วิทยาการทั้งหลายในแขนงต่าง ๆ ก็มีวงจรของการพัฒนาการและระดับของพัฒนาการเหล่านี้เช่นกัน สิ่งที่ไวท์เฮด ต้องการย้ำในเรื่องนี้คือ ความรู้ที่ต่างแขนงวิชา การเรียนที่ต่างวิธีการควรให้แก่ผู้เรียนเมื่อถึงเวลาอันสมควรและเมื่อผู้เรียนมีพัฒนาการทางสมองอยู่ในขั้นที่เหมาะสมการพัฒนาคุณลักษณะใด ๆ ตามวิถีทางของธรรมชาติ ควรต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในตัวเอง เพราะความพอใจจะทำให้คนพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ส่วนความเจ็บปวดแม้จะทำให้เกิดการตอบสนองแต่ก็ไม่ทำให้คนพอใจ ไวท์เฮด สรุปในที่สุดว่า ในการสร้างพลังความคิดไม่มีอะไรมากไปกว่า สภาพจิตใจที่มีความพึงพอใจในขณะที่ทำกิจกรรมสำหรับการศึกษาค้นคว้าด้านเขาวิชาปัญญานั้น เสรีภาพเท่านั้นที่จำทำให้เกิดความคิดที่มีพลังและความคิดริเริ่มใหม่ ๆ

เสรีภาพเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ความพอใจทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง วิธีการของการให้เสรีภาพในการเรียนเป็นเรื่องที่กำหนดในของเขตเนื้อหาได้ยาก แต่ความหมายกว้าง ๆ โดยทั่วไป คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง เป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้นแนวทางปฏิบัติที่ชั้นเจเนบางประการสำหรับการจัดการศึกษา คือ การจัดให้มีวิชาเลือกหลาย

วิชา หรือจัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือแนวทางการเรียนหลายแนวทางในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น

Bloom (1976, pp. 72-74) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้ผู้เรียนได้ทำพฤติกรรมตามที่ตนเองต้องการก็จะคาดหวังแน่นอนว่าผู้เรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้นพร้อมด้วยความมั่นใจ เราสามารถเห็นความแตกต่างของความพร้อมด้านจิตใจได้ชัดเจนจากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก หรือสิ่งนอกโรงเรียนที่ผู้เรียนอยากเรียน เช่น การขับรถยนต์ การเล่นเกม หรือสิ่งที่ผู้เรียนอาสาสมัคร และสามารถตัดสินใจได้โดยเสรีในการเรียน การมีความกระตือรือร้น ความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วและมีความสำเร็จสูง

ช่วงสำคัญของการจัดประสบการณ์เพื่อสร้างความรู้ที่ดีต่อการเรียนนี้ ทั้งไว้ท์และบลูมเห็นว่าต้องทำในระดับประถมศึกษาเพราะบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 14 ปีลงมา มีพัฒนาการอยู่ในขั้นตอนของความสนใจความพึงพอใจ (Whitehead, 1967, p. 33) และเป็นช่วงการสร้างฐานของการสะสมความรู้สึกที่ดีต่อประสบการณ์ความสำเร็จ ในชั้นเรียนที่สูงขึ้นไปหรือในเด็กที่อายุมากขึ้นการสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกจะทำได้ยาก (Bloom, 1976, pp. 104-105)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือทางลบจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี ส่งผลให้นักเรียนมีกำลังใจอยากรู้อยากเรียนหรือหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ ดังนั้นการสร้างแรงจูงใจจึงควรอยู่ในระดับที่เหมาะสมและมีความหมายกับนักเรียนซึ่งจะส่งผลต่อความพึงพอใจของนักเรียน การสร้างแรงจูงใจบางเรื่องหากมากเกินไปอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ เช่น การให้รางวัลหรือคำชมเชย เป็นต้น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร สายนุ้ย (2540, บทคัดย่อ) ได้วิจัยการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดครุฑนอก จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัย พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.80/90.37 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสื่อการเรียน

อุษณีย์ เลื่อนลอย (2542, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดโชติมิตร อําเภอเมือง จังหวัดระยอง จำนวน 40 คน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) สร้าง บทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียน ชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 6 (2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนเทศบาลวัด โชติมิตร อําเภอเมือง จังหวัดระยอง จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรม 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในกาทดลอง ได้แก่ แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติร้อยละ ผลกาทดลองพบว่า มีประสิทธิภาพ 85/82.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

ศุภชัย ศรีมันตะ (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นและ ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม โดยการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ ทางการเรียนรู้ ความคิดเห็นและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัด ขอนแก่น กลุ่มเก่ง กลาง อ่อน ทั้งหมด 60 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอน เสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมหลังเรียน กลุ่มเก่ง กลาง อ่อน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อน เรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) คะแนนเฉลี่ยของความคงทนในการ เรียนรู้กับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) นักเรียนกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม

อัมพร ดอนชัย (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านไม้สูง ขนมิตรภาพที่ 169 อําเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม (2) เพื่อศึกษาค่าความคงทนของการเรียนรู้ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม (3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย บทเรียนโปรแกรม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านไม้สูง

ชนมิตรภาพที่ 169 อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย โดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 24 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้และผลการเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลการศึกษาความคงทนจากการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสองครั้งเว้นระยะห่างกัน 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันแสดงว่า การเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมมีความคงทนของการเรียนรู้ และภาพรวมของนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมในระดับเห็นด้วย

เดือนใจ มีสุข (2549, บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนวิชาสำเร็จรูปวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ซึ่งการศึกษานี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง พาราโบลา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอรุณวิทยา อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 32 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า (1) บทเรียนสำเร็จรูปวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94/90 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 หลังจากเรียนด้วยบทสำเร็จรูป เรื่อง พาราโบลา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สราวุธ ปันดี (2552, บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย) ลำปาง สำนักการศึกษา เทศบาลนครลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 102 คน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 34 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 81.55/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการ และการแก้สมการอยู่ในระดับมากที่สุด

จำนง สุขเกษม (2552, บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อทราบผลการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต สามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ (3) เพื่อทราบความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1 อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียน โปรแกรมวิชาทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและ การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 85.48/89.19 ซึ่งสูงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียน ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่า คะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพอใจและ เห็นด้วยในระดับมากที่สุดทุกด้านต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

งานวิจัยต่างประเทศ

Bryan and Smith (1975, pp. 24-25) ได้กล่าวถึงการศึกษาการใช้บทเรียนโปรแกรม ที่ มหาวิทยาลัยเซาท์แคโรไลนา ในวิชาประวัติศาสตร์ศิลปะ ซึ่งทำการทดลองเป็นเวลา 3 ภาคเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนร้อยละ 60 มีผลการเรียนสูงขึ้นกว่าเดิม ร้อยละ 95 มีความ สนุกสนานกับการเรียนเพิ่มขึ้น และร้อยละ 74 ชอบที่จะเรียนโดยใช้ชุดการเรียนมากกว่าการเรียน ตามปกติ

Mc Donald (1971, pp. 432-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและประเมินผล บทเรียนโปรแกรม แบบกิจกรรมรายบุคคล สำหรับใช้สอนซ่อมเสริมในวิทยาลัยชุมชน ซานเมื่องผลการวิจัยพบว่าคะแนนสอบหลังการสอนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ

Brawley (1975, pp. 4280-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม สอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มเด็กที่เรียนช้า โดยใช้แบบทดสอบ Time Apprecimental ,Test. Stanford Achievement Test Primary มาใช้ Pre – test และ Post – test ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียน โปรแกรม บอกเวลาต่อเนื่อง บรรลุวัย (Brawley’s Expereimental Sequence on Time Telling) มีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้บทเรียนโปรแกรม

Cudney (1975, p. 6) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียน โปรแกรม เพื่อฝึกทักษะการพยาบาล จำนวน 25 คน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองให้เรียนนอกเวลาสัปดาห์ละ 4 วัน เป็นเวลา 56 ชั่วโมง ปรากฏว่า ผลการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ให้ผลดีเท่ากับการเรียนตามปกติเป็นเวลา 2 ภาคเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีวิธีการดำเนินการค้นคว้าตามหัวข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. ขั้นตอนการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
6. การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการสอบวัดความรู้พื้นฐานด้วยข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ จำนวน 8 ห้องเรียน นักเรียน 360 คนซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ค 33201

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ค 33201 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 5 จำนวน 35 คน ที่ได้มาจากนักเรียนชั้น ม. 6/1 โรงเรียนสตรีอ่างทอง เป็นการสุ่มแบบเจาะจงเนื่องจากเป็นห้องที่ผู้วิจัยสอน ที่ผ่าน

การสอบวัดความรู้พื้นฐาน ด้วยข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานเรื่องลิมิตและอนุพันธ์ ได้คะแนนตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 20 คะแนนจำนวน 35 คน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาการทดลอง ระหว่างเดือน 1 กรกฎาคม 2555 – 31 สิงหาคม 2555 จำนวน 23 คาบเรียน โดยแบ่งเป็น ทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน 1 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม 20 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 33201 เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษา

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.2 แบบทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ

4.4 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ

5. ขั้นตอนการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

5.1 การสร้างและการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 ผลการเรียนรู้ ของหลักสูตร
คู่มือครู หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ลิมิตและ
อนุพันธ์

5.1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำหน่วยการเรียนรู้และ
กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

5.1.3 แบ่งเนื้อหาเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ได้ทั้งหมด 20
หัวข้อ

5.1.4 กำหนดผลการเรียนรู้ตามเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย โดยยึดผลการเรียนรู้
ตามหลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 กำหนดโดยโรงเรียนสตรีอ่างทอง

ตารางที่ 1 แสดงหัวข้อย่อยและผลการเรียนรู้ของบทเรียน โปรแกรม

หัวข้อ	ผลการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถ
ชุดที่ 1 นิยามของลิมิต	อธิบายความหมายและที่มาของลิมิตได้
ชุดที่ 2 ลิมิตของฟังก์ชัน	หาลิมิตของฟังก์ชันโดยนิยามได้
ชุดที่ 3 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 1	หาลิมิตของฟังก์ชันได้
ชุดที่ 4 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 2	หาลิมิตของฟังก์ชันได้
ชุดที่ 5 ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	ตรวจสอบความต่อเนื่องของฟังก์ชันได้
ชุดที่ 6 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย	หาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยได้
ชุดที่ 7 อัตราการเปลี่ยนแปลงขณะเวลาใด ๆ	หาอัตราการเปลี่ยนแปลงขณะเวลาใด ๆ ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หัวข้อ	ผลการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถ
ชุดที่ 8 อนุพันธ์ของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชัน (นิยาม)	หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชัน (นิยาม) ได้
ชุดที่ 9 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 1	หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตรได้
ชุดที่ 10 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 2	หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตรได้
ชุดที่ 11 อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ	หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบได้
ชุดที่ 12 อนุพันธ์อันดับสูง	หาอนุพันธ์อันดับสูงได้
ชุดที่ 13 ความเร็ว	อธิบายความหมายที่มาและหาค่าความเร็วได้
ชุดที่ 14 ความเร็วเฉลี่ย	อธิบายความหมายที่มาและหาค่าความเร็วเฉลี่ยได้
ชุดที่ 15 ความชันของเส้นสัมผัส	อธิบายความหมายและหาค่าความชันของเส้นสัมผัสได้
ชุดที่ 16 ค่าวิกฤตของฟังก์ชัน	อธิบายความหมายและหาค่าวิกฤตของฟังก์ชันได้
ชุดที่ 17 ฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลดของฟังก์ชัน	อธิบายและตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลดได้
ชุดที่ 18 ค่าสูงสุด ค่าสุดของฟังก์ชัน	หาค่าสูงสุด ค่าสุดของฟังก์ชันได้
ชุดที่ 19 ค่าสูงสุด ค่าสุดสมบูรณ์	หาค่าสูงสุด ค่าสุดสมบูรณ์ได้
ชุดที่ 20 ประยุกต์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน	นำความรู้เรื่องลิมิตและอนุพันธ์ไปใช้แก้ปัญหาได้

5.1.5 ศึกษาเทคนิคการสร้างบทเรียน โปรแกรมชนิดเส้นตรง และ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป

5.1.6 เขียนบทเรียน โปรแกรมให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ในแต่ละ

หัวข้อย่อย โดยประกอบไปด้วย คำชี้แจงในการใช้บทเรียน โปรแกรม จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละชุด เนื้อหาของบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด คำถามประเมินความรู้ครั้งที่ 1 ของแต่ละชุด เฉลย คำถามประเมินความรู้ บทเรียน โปรแกรมชุดพัฒนาเพิ่มเติม คำถามประเมินความรู้ครั้งที่ 2

เฉลยคำถามประเมินความรู้ครั้งที่ 2

5.1.7 ได้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เป็น 20 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 นิยามของลิมิต
- ชุดที่ 2 ลิมิตของฟังก์ชัน
- ชุดที่ 3 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 1
- ชุดที่ 4 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 2
- ชุดที่ 5 ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
- ชุดที่ 6 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
- ชุดที่ 7 อัตราการเปลี่ยนแปลงขณะเวลาใดๆ
- ชุดที่ 8 อนุพันธ์ของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชัน (นิยาม)
- ชุดที่ 9 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 1
- ชุดที่ 10 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 2
- ชุดที่ 11 อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ
- ชุดที่ 12 อนุพันธ์อันดับสูง
- ชุดที่ 13 ความเร็ว
- ชุดที่ 14 ความเร็วเฉลี่ย
- ชุดที่ 15 ความชันของเส้นสัมผัส
- ชุดที่ 16 ค่าวิกฤตของฟังก์ชัน
- ชุดที่ 17 ฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลดของฟังก์ชัน
- ชุดที่ 18 ค่าสูงสุด ค่าสุดของฟังก์ชัน
- ชุดที่ 19 ค่าสูงสุด ค่าสุดสมบูรณ์
- ชุดที่ 20 ประยุกต์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

5.1.8 นำบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมเกี่ยวกับเรื่องเนื้อหา ภาษาและการออกแบบ แล้วนำบทเรียน โปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม จากนั้นนำบทเรียนโปรแกรมที่ปรับปรุงแล้วให้ อาจารย์ ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง รายนามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีดังนี้

- 1) นางวรินทร์พร เอี่ยมวรฤทธิ ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง
- 2) นางผ่องศรี วุฒิจักร ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง

3) นางยุพดี ทองพันธ์ซัง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดหลักแก้ว

5.1.9 นำบทเรียนโปรแกรมที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) เลือกนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส โดยเลือกผู้มีความสามารถทางการเรียนมา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 1 คน รวม 3 คนเพื่อทดสอบการสื่อความหมาย ภาษาของบทเรียน โปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ กรอบใดที่อธิบายไม่ชัดเจน ไม่ครอบคลุมเนื้อหา โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์ผู้เรียนตลอดจนรวมผลการทำแบบฝึกหัด จากนั้นนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น

2) การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นำบทเรียนโปรแกรมที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว ไปทดสอบแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส โดยเลือกผู้เรียนคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยเลือกผู้มีความสามารถทางการเรียนมา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 6 คน ระดับอ่อน 3 คน รวม 12 คน แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม จากนั้นนำข้อบกพร่องของบทเรียน โปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไข

3) การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) นำบทเรียนโปรแกรมที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ไปทดสอบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ โดยเลือกผู้เรียนคนละกลุ่มกับการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง และการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก และยังมีจำนวน 35 คน แล้วคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม ตามเกณฑ์ 70/70

5.1.10 นำผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพมาพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องให้สมบูรณ์ที่สุดก่อนนำไปทดลองใช้จริง

5.2 การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้ เป็นข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) ซึ่งเนื้อหาในข้อสอบคือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนเรื่องแคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีวิธีการดำเนินการสร้างดังนี้

5.2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผลการเรียนรู้ของหลักสูตร คู่มือครู หนังสือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องแคลคูลัส

5.2.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัส เพื่อหาความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ คือเรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว สมการกำลังสองตัวแปรเดียว พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนาม เศษส่วนพหุนาม จุดสูงสุดต่ำสุดของกราฟ ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเพิ่มฟังก์ชันลด ความชันของเส้นตรง กราฟ เป็นต้น

5.2.3 ศึกษาผลการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

5.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนตรวจ

1) นางสาวเยาวลักษณ์ พลาบุตร ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง

2) นางหัตยา โกทชกรักษ์ ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนหลวงพ่อบาน
คลองด่านอนุสรณ์

3) นายโกวิทย์ บุญกระจ่าง ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง

5.2.5 นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.2.6 นำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ไปใช้ในงานวิจัย

5.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เป็นแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อใดตอบถูกต้องได้ 1 คะแนนข้อใดตอบผิดหรือไม่ได้ตอบได้ 0 คะแนน ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

5.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผลการเรียนรู้ คู่มือครู หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และวิธีการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

5.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ลิมิต และอนุพันธ์ แล้วกำหนดผลการเรียนรู้ แจกแจงเนื้อหาให้ครอบคลุมเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนดให้เป็นหน่วยย่อย และสร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละผลการเรียนรู้

5.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แคลคูลัส แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 30 ข้อ ให้สอดคล้องและครอบคลุมแต่ละผลการเรียนรู้ (เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพครบถ้วนตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ใช้จริง จำนวน 20 ข้อ)

5.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล จำนวน 3 คน พิจารณาความตรงของเนื้อหา (Content Validity) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมาย โดยนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้เป็นรายชื่อ (IOC: Index Objective Congruence) รายนามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีดังนี้

1) นางสาวเยาวลักษณ์ พลาบุตร ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง
2) นางหทัยา โภทชรักษ์ ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนหลวงพ่อบ้าน
คลองด่านอนุสรณ์

3) นายโกวิท บุญกระจ่าง ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสตรีอ่างทอง

5.3.5 คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งถือเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

5.3.6 นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/10 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเป็นนักเรียนที่เคยเรียนเรื่อง แคลคูลัสมาแล้ว จำนวน 30 คน

5.3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายชื่อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายชื่อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง

0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 1 นำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ

5.3.8 หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่น (r_r) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

5.3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ในงานวิจัย

5.4 การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ลิ้มิตและอนุพันธ์

แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียน โปรแกรมหลังจากการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง ลิ้มิตและอนุพันธ์ จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

5.4.1 กำหนดประเด็นที่จะศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน

5.4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียน โปรแกรม จากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert)

5.4.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง ลิ้มิตและอนุพันธ์ จำนวน 15 ข้อ โดยปรับปรุงจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จากเยาวลักษณ์ พลาบุตร ลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวก ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ในกรณีข้อความมีความหมายทางบวก (Positive) กำหนดคะแนนแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

และประเมินระดับความพึงพอใจต่อบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูตร (2538, หน้า 77) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ในระดับน้อยที่สุด

5.4.3 นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วคัดเลือกเหลือ 15 ข้อ

5.4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากข้อ 3 ไปใช้กับนักเรียนซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/10 ปีการศึกษา 2555 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลองนำร่อง ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองการใช้นิทรรศการโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

5.4.5 นำผลที่ได้จากข้อ 5.4.4 มาหาความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

5.4.6 นำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

6. การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง โดยใช้เวลาในการดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาเรียน รวมทั้งหมด 23 ชั่วโมง มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

6.1 เลือก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 กลุ่มตัวอย่าง

6.2 ทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนในห้องที่สุ่มแบบเจาะจง มาได้ด้วยข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานเรื่องลิมิตและอนุพันธ์ แล้วเลือกนักเรียนที่มีผลคะแนนจากการทำข้อสอบได้คะแนนมากกว่า 10 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน จำนวน 35 คน มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง

6.3 ชี้แจงจุดประสงค์ในการวิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ พร้อมทั้งแนะนำวิธีการ หลักเกณฑ์และขั้นตอนในการเรียนบทเรียนโปรแกรม

6.4 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ก่อนเรียน ในคาบเรียนที่ 1 ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6.5 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตและอนุพันธ์ วันละ 1 ชุด ในชั่วโมงการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.6 เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรมจบในแต่ละชุด ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายชุด ซึ่งมีทั้งหมด 20 ชุด เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 70 ตัวแรก (E_1)

6.7 เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรมจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 70 ตัวหลัง (E_2)

6.8 หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

6.9 คำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล

6.10 นักเรียนทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6.11 วิเคราะห์ความพึงพอใจ

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

7.2 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล

7.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนโปรแกรม วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินความพึงพอใจโดยใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูต (2538, หน้า 177)

8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

8.1 สถิติพื้นฐาน

8.1.1 หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

8.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) ของคะแนนของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 308)

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

เมื่อ	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	x	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	$n - 1$	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ (degrees of freedom)

8.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

8.2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

8.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 210-211)

ค่าความยากง่าย
$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าดัชนีความยาก
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนก
$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นของนักเรียน กลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นของนักเรียน กลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

8.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การสูตร KR-20 (KuderRichardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 197) ดังนี้

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right\}$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = จำนวนคนที่ทำถูก/จำนวนคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ คือ 1-p
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

8.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218) คำนวณจากสูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

8.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

8.3.1 ใช้สูตร E1/E2 (เสาวนีย์ สิกขามัตติ, 2538, หน้า 295) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่าบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ดังนี้

สูตรที่ 1

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่องลิมิตและ อนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละจากการแบบประเมิน ความรู้ ท้ายชุด
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบประเมินความรู้ ท้ายชุด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินความรู้ ท้ายชุด
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละจากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำ แบบทดสอบหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

8.3.2 สถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนหลังการศึกษาด้วย
ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (พิสนุ พงศรี, 2554, หน้า 187) ใช้ตัวสถิติดังนี้

$$EI = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

เมื่อ EI แทน ดัชนีประสิทธิผล

8.3.3 สถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการศึกษาด้วย
บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ขึ้นไป จะใช้ตัวสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
EI	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 3 วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง LIMIT และอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง LIMIT และอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำแนกรายชุด จำนวน 20 ชุด

ชุดแบบทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเต็มรวม	คะแนนรวมของผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของคะแนนเต็ม
1	35	5	175	147	4.20	84.00
2	35	5	175	145	4.14	82.86
3	35	5	175	138	3.94	78.86
4	35	5	175	150	4.29	85.71
5	35	5	175	157	4.49	89.71
6	35	5	175	138	3.94	78.86
7	35	5	175	149	4.26	85.14
8	35	5	175	146	4.17	83.43
9	35	5	175	146	4.17	83.43
10	35	5	175	150	4.29	85.71
11	35	5	175	121	3.46	69.14
12	35	5	175	120	3.43	68.57
13	35	5	175	121	3.46	69.14
14	35	5	175	121	3.46	69.14
15	35	5	175	125	3.57	71.43
16	35	5	175	122	3.49	69.71

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชุดแบบทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเต็มรวม	คะแนนรวมของผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของคะแนนเต็ม
17	35	5	175	125	3.57	71.43
18	35	5	175	126	3.60	72
19	35	5	175	118	3.37	67.43
20	35	5	175	118	3.37	67.43
รวม		100	3500	2683	3.83	76.67

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แต่ละชุดพบว่า บทเรียน โปรแกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ชุดที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบของนักเรียนมากที่สุดคือ บทเรียนชุดที่ 5 เรื่องความต่อเนื่องของฟังก์ชัน มีคะแนนเฉลี่ย 4.49 หรือคิดเป็นร้อยละ 89.71 ของคะแนนเต็มและชุดที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบของนักเรียนน้อยที่สุดคือ บทเรียนชุดที่ 19 เรื่องค่าสูงสุดต่ำสุดสมบูรณ์ และชุดที่ 20 เรื่อง ประยุกต์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีคะแนนเฉลี่ย 3.37 หรือคิดเป็นร้อยละ 67.43 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคะแนนเฉลี่ยรวมของบทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 20 ชุดคือ 3.83 หรือคิดเป็นร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70

การทดสอบ	N	คะแนน เต็ม	คะแนน เต็มรวม	คะแนนรวม ของผู้เรียน	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละของ คะแนนเต็ม	E_1/E_2
ระหว่างเรียน	35	100	3500	2683	76.67	76.67	76.67 / 76.43
หลังเรียน	35	20	700	535	15.29	76.43	

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า บทเรียนโปรแกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน 76.67 คะแนน และหลังเรียน 76.43 ดังนั้นเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 76.67 / 76.43

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 4 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเต็มรวม	คะแนนรวมของผู้เรียน	EI
ก่อนเรียน	35	20	700	184	0.6802
หลังเรียน	35	20	700	535	

จากตารางที่ 4 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.6802 ซึ่ง มีค่ามาก 0.5

ตอนที่ 3 วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อ	ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	อันดับ
1	บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.68	มาก	15
2	เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.00	0.54	มาก	9
3	เนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมเป็นลำดับขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.17	0.51	มาก	4
4	ภาษาที่ใช้ถูกต้อง สื่อความหมายเข้าใจง่าย	3.94	0.42	มาก	11
5	คำอธิบาย ตัวอย่าง จำนวนข้อของแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	4.06	0.59	มาก	7
6	กิจกรรมมีรูปแบบหลากหลาย น่าสนใจ ชวนให้ทำต่อ	4.31	0.53	มาก	1
7	แบบฝึกหัดในบทเรียนโปรแกรมไม่ยากจนเกินไป	4.09	0.61	มาก	6
8	มีการเน้น สรุปหลักในการคิด การจำ	4.20	0.63	มาก	3
9	การจัดเรียงเนื้อหามีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน	4.03	0.62	มาก	8
10	บทเรียนโปรแกรมช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองได้	3.94	0.73	มาก	13
11	การแสดงคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียนโปรแกรมทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียน	3.91	0.7	มาก	14

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ	อันดับ
12	กิจกรรมในบทเรียนโปรแกรมช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง	3.94	0.64	มาก	12
13	การเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดี ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.97	0.78	มาก	10
14	การเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ได้เร็วยิ่งขึ้น	4.17	0.75	มาก	4
15	การเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนได้พัฒนา ทักษะการคิดมากขึ้น	4.23	0.81	มาก	2
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.06	0.64	มาก	

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5 พบว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจโดยรวมใน
ระดับ “มาก” ในหัวข้อการประเมินทุกรายการ และ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมซึ่งมีค่า 4.06 ซึ่ง
แปลผลความพึงพอใจ อยู่ในระดับ “มาก” เช่นเดียวกับในรายชื่อ สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
หลังจากใช้เอกสารประกอบการเรียนแล้วมีความพอใจต่อการใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 35 คนซึ่งสอบวัดความรู้พื้นฐานได้คะแนนมากกว่า 10 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล E1/E2 ดัชนีประสิทธิผล (EI) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ซึ่งการวิจัยใช้ ทั้งหมด 23 คาบเรียน โดยแบ่งเป็นทดสอบวัดความรู้พื้นฐานจำนวน 1 คาบ ทดสอบก่อนเรียนจำนวน 1 คาบ เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมจำนวน 20 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 1 คาบ

สรุปผล

1. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ชุด ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 76.67/76.43 ซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้
2. ค่าดัชนีประสิทธิผล ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่า 0.6802

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 ซึ่งการที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะขั้นตอนในการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัญหา รวบรวมข้อมูล ศึกษาการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ มีการทดลองใช้หลายครั้งเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญพร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะหลายครั้งก่อนนำไปใช้จริง และบทเรียน โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทุกสถานที่ทุกเวลา ไม่จำกัดจำนวนครั้ง นักเรียนที่เรียนเก่งสามารถที่จะศึกษาเนื้อหาล่วงหน้าได้ตามศักยภาพของตนเอง ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนสามารถนำบทเรียน โปรแกรมไปทบทวนเนื้อหาที่บ้านได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีคะแนนทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และส่งผลให้บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามแนวคิดของ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 56) และ ทิศนา ขัมมณี (2553, หน้า 380) ดังที่กล่าวมาข้างต้นและสอดคล้องกับงานวิจัยของ สราวุฒิ ปันดี (2552, บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย) ลำปาง สำนักงานการศึกษาเทศบาลนครลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 102 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 34 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 81.55/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75

2. ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.6802 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 68.02 อาจเนื่องมาจากบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นได้มีการจัดเนื้อหา เป็นลำดับขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเรื่องง่ายไปหา เรื่องที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยมีแนวคิดและจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำเรื่อง เพื่อให้นักเรียนเกิดความ เข้าใจในภาพรวมก่อนในเบื้องต้น แล้วจึงเรียนเนื้อหารายละเอียดต่อไปซึ่งเนื้อหาได้จัดแบ่งออกเป็น เรื่องย่อย จัดลำดับเป็นเหตุเป็นผลและจัดเรียบเรียงให้ง่ายแก่การเข้าใจ อีกทั้งการเรียนโดยใช้ บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ ด้วยตนเอง สามารถเรียนได้เท่าที่ต้องการ ไม่มีขีดจำกัดความเร็วในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับศักยภาพ พื้นฐานของบุคคลนั้น ๆ และตามหลักการการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น ได้ เน้นเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่า ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองได้มากที่สุด โดยครูจะมีความสำคัญในฐานะเป็น ผู้ร่วมมือในกระบวนการเรียนรู้ ผู้อำนวยความสะดวกคอยช่วยเหลือและเป็นผู้เตรียมเนื้อหาหรือ ประสิทธิภาพที่จะให้เด็กค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การจัดให้มีกิจกรรมประเมินผลก่อน เรียนและหลังเรียนเพื่อประเมินความสามารถของตนเอง อันจะเป็นการเสริมแรงให้นักเรียน ต้องการที่จะเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป ทำให้บทเรียนโปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์ เป็นสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง หรือเรียนอ่อน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพและความสนใจของแต่ละ บุคคล สอดคล้องกับคำกล่าวของ ยูนิท พิพิชกุลและอรพรรณ ต้นบรรจง (2531, หน้า 17 - 18) ที่ได้กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น ช่วยให้การสอนผู้เรียน ที่มีความสามารถแตกต่างกันให้บรรลุจุดประสงค์ในการเรียน ช่วยเสริมสร้างความสนใจ ในการ เรียน ประหยัดเวลาให้ผู้เรียน เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะนำไปสู่นามธรรม ทำให้ผู้เรียน เข้าใจแน่นแฟ้นและจำได้นาน สร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่สนับสนุนให้บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมี ค่าดัชนีประสิทธิผลสูงและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bryan and Smith (1975, 24-25) ได้กล่าว

ถึงการศึกษาการใช้บทเรียนโปรแกรม ที่มหาวิทยาลัยเซาท์แคโรไลนา ในวิชาประวัติศาสตร์ศิลปะ ซึ่งทำการทดลองเป็นเวลา 3 ภาคเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนร้อยละ 60 มีผลการเรียนสูงขึ้น กว่าเดิม ร้อยละ 95 มีความสนุกสนานกับการเรียนเพิ่มขึ้น และร้อยละ 74 ชอบที่จะเรียนโดยใช้ บทเรียน โปรแกรมมากกว่าการเรียนตามปกติ

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น อยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากนักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้สามารถมองภาพเนื้อหา เรื่อง แคลคูลัส ได้ สามารถสรุปเนื้อหาเป็นความคิดรวบยอดได้ อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูได้มีการสอดแทรกการฝึกทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าไปด้วย ทำให้นักเรียนสามารถสำรวจ สังเกตเข้าใจได้หลายครั้ง เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาจึงเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน รู้สึกสนุกสนาน มีอิสระในการเรียนรู้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่สนับสนุนให้นักเรียนมีความพึงพอใจบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จ่านงสุขเกษม (2552, บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อทราบผลการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ (3) เพื่อทราบความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1 อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียน โปรแกรมวิชาทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 85.48/89.19 ซึ่งสูงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการ

เรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพอใจและเห็นด้วยในระดับมากที่สุดทุกด้านต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาทุก ๆ ฝ่าย ในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้นวัตกรรมการสอนแบบใหม่ ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
2. ก่อนที่จะให้นักเรียนใช้บทเรียนโปรแกรมครูผู้สอนควรให้คำแนะนำในการใช้บทเรียนโปรแกรม และคอยดูแล สอบถามปัญหาและอุปสรรคในการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่บทเรียนโปรแกรม ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น อันจะก่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้
3. บทเรียนโปรแกรม สามารถนำมาใช้ในการทบทวนความรู้ สอนซ่อมเสริม และให้ยืมเรียนแก่ผู้ที่สนใจทั่วไป เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ควรมีการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมในรูปแบบอื่น ๆ เช่น บทเรียนแบบ CAI เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบการศึกษา : กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545ก). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)
- กรมวิชาการ. (2544). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2544, มิถุนายน). การเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องใช้ทักษะการจัดการให้ได้ก ได้ลงมือเรียนรู้ด้วยตนเอง, นิตยสารวัน. 24(8494) : 42.
- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน: กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กองบรรณาธิการ. (2545, กันยายน). “คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง”, สารปฏิรูป. 5(51) : 33.
- กาญจนา ภาสุรพันธ์. (2531). ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 8. ปริญญาโท กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2542). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2542). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติมา ปรีดีดิลก. (2529). ทฤษฎีการบริหารองค์การ. กรุงเทพฯ: ธนะการพิมพ์.
- จิราวัฒน์ ชีรเวทย์. (2542). แบบเรียนสำเร็จรูป. นครปฐม : ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครปฐม

- จำนง สุขเกษม. (2552). รายงานการใช้บทเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และ การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1. รายงานวิจัยเพื่อขอวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ. นครศรีธรรมราช.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2544). ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2541). “การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน” เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอน ระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : ยูไนเต็ดโปรดักชัน.
- คุณิ สุทธปริยาศรี. (2522). คู่มือการแต่งตำราชุดการเรียนรู้และชุดการสอนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.
- คุณิ เลื่อนลอย. (2542). การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดโจดทิมทาราม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เดือนใจ มีสุข. (2549). วิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนวิชาสำเร็จรูปวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทรงสมร คชเลิศ. (2543). ความพึงพอใจในการเรียนกลุ่มวิชาการเลขานุการของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยพณิชยการธนบุรีและวิทยาลัยพาณิชยการเชตุพน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองคูณ หนองพร้าว. (2547). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง จังหวัดของเรา (บุรีรัมย์) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 2547.
- ทิสนา แยมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนวรรณ พรหมจันทร์. (2547). การพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องจังหวัดอุบลราชธานี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2539). การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปเส้นทางสู่อาจารย์ 3 . พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤมล ธรรมประชา. (2549). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประวัติศาสตร์ สมัยอยุธยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.

- บุญเกื้อ คอรวาเวช. (2542). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา. นนทบุรี : SR Printing
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (ม.ป.พ.) พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ : ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- ประคอง วรรณสุต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประนอม แสงจันทร์. (2529). ความพึงพอใจในการศึกษาวิชาชีพพยาบาลในสถานศึกษา
สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. ถ่ายเอกสาร.
- เปื้อง ภูมิท. (2536). การสร้างบทเรียน โปรแกรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศาสนา
- พรพรม อุตตวันากุล. (2547). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชัย เสงี่ยมจิตต์. (2542). การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
- พิชญ์ ฟองศรี. (2554). วิจัยชั้นเรียน : หลักการและเทคนิคปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ: ด้านสุทธา
การพิมพ์ จำกัด.
- เพติพิศ กาสลัก. (2542). การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตรและพื้นที่ผิว. ปรินูญานิพนธ์ มหบัณฑิต
สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.
- เยาวลักษณ์ พลาบุตร. (2551). รายงานการใช้ชุดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องความน่าจะเป็น
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิจัยเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ อ่างทอง. สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาอ่างทอง. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรม. พิมพ์ลักษณ์ : กรุงเทพฯ นานมีบุ๊คส์เคชั่นส์.
- รุ่งฟ้า จันท์จากรุณ. (2550). “การเรียนการสอนแคลคูลัสผ่านการแก้ปัญหา” ใน อบรมครูคณิตศาสตร์ 50
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วันที่ 25-27 เมษายน 2550. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย
ในบรมราชูปถัมภ์: กรุงเทพมหานคร
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.

- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ถิวรรณ อุภูมิโงสกุล. (2532). ความพึงพอใจของบุคลากรฝ่ายบริการที่มีต่อการจัดสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณ ขุนศรี. (2546, มีนาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. 6(3) : 73-75.
- วิเชียร ชิวพิมาย. (2521). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างเด็กอ่อนกับเด็กเก่ง โดยใช้บทเรียนโปรแกรม. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.
- วิเชียร ชิวพิมาย. (2544). บทเรียน โปรแกรม. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วุฒิสักดิ์ วงสาสุข. (2548). การพัฒนาแผนการเรียนรู้และบทเรียนสำเร็จรูปประกอบการ์ตูน เรื่องพลเมืองดีตามวิถีประชาธิปไตย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมภรณ์ สีเนา. (2548). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการ์ตูน เรื่องมรรค 8 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การศึกษาค้นคว้าอิสระ. กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.
- ศิริพร สายนุ้ย. (2540) การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดครุฑนอก จังหวัดสมุทรปราการ. ปรินญาณิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิริรัตน์ ศรีบุญทอง. (2547). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องจังหวัดศรีสะเกษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.
- ศุภชัย ศรีมันตะ. (2545). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรม. วิจัยเพื่อขอลื่อนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ขอนแก่น. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2541). การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ เกษมสิน. (2533). การบริหาร. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์

- สมพงษ์ อุดมโชคทรัพย์. (2540). ความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา).
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2543). “ยุทธวิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน)”. วารสารคณิตศาสตร์
(พฤษภาคม – กรกฎาคม).
- สราวุฒ ปินดี (2552). การพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและการแก้สมการ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย). รายงานวิจัย
เพื่อขอวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ. ลำปาง
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542ก). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.
กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สิริพร ทิพย์คง. (2543). “คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนและครู”. เอกสารประกอบโครงการประชุม
ปฏิบัติการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลักสูตร กรมอาชีวศึกษา.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- สุณีย์ ชีรดากร. (2526). จิตวิทยาพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะวิชาครุศาสตร์วิทยาลัยครูพระนคร.
- สุรินทร์ บุญพัฒนามารณ์. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์
เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สุกชัย ศรีมันตะ. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นและความคงทนในการเรียนรู้
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วย
บทเรียน โปรแกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต.ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุภัทรา เกิดมงคล. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต
แบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. งานข้อมูลปรินูญานิพนธ์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2545). 21 วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวิทย์ หิรัญยกานต์ และคณะ. (2540). พจนานุกรมศัพท์การศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท ไอคิว บุ๊คเซนเตอร์.

- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2538). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- หทัย ตันหยง. (2528). *เอกสารคำสอน นส. 425 การเขียนหนังสือแบบเรียน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หทัย ตันหยง. (2532). *รายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างหนังสือเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม (Literary Minitexts) เพื่อเป็นสื่อพัฒนาการอ่านในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสอนภาษา มุลนิธิโรตารี โรตารีสากล
- อรุณี เร้าอรุณ. (2546). *ผลการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องแบบรูปของจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จังหวัดนครปฐม*. ผลงานวิจัยและพัฒนาตามโครงการเครือข่ายครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อัมพร ดอนชัย. (2546). *ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านไม้ดู่ชนมิตรภาพที่169 อ.แม่สาย จ.เชียงราย*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน(คณิตศาสตร์). เชียงราย : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อุบลลักษณ์ ไชยชนะ. (2543). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการเรียนกับความสอดคล้องในการเลือกคณะของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ เลื่อนลอย. (2542). *การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(ประถมศึกษา). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
- Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw Hill.
- Bloom. P. P. 643-696 U.S.A. : Mc Graw-hill.
- Borg, W. R., & Merigith D.G. (1979). *Education. Research*. New York: Longman.
- Bryan, J. M., & Shith J. C. (1975, November). A Self Paced Art History of Learning Center of the University at South Carolina, *Audio Visual Instruction*. 20(9), 24-25
- Carroll, J. B. (1963, May). "A Model of School Learning," *Teacher College Record*, 64(2), 723-733
- Cudney, S. A. (1975, November). *Media Self-Instruction of Basic Nursing Skill Audio Instruction*, 20(9), 26-27.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New york : Me Graw – hill Company

- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd en. New York: McGraw-Hill Book.
- Kidd, K. P., Shirley S. M., & David M. C. (1970). *The Laboratory Approach to Mathematics*. Science Research Associates.
- McDonald, E. J. B. (1973, October). *The Development and evaluation of a set of Multi-media Self-Instructional Learning activity Package for use in Remedial English at an Urban community* *Dissertation Abstracts International*, 34(4), 1590
- Moss, L. J. (2001, May). The Use of Dynamic Geometry Software as a Cognitive Tool. *Dissertation Abstracts International*. 61(11), 4317-A.
- Wallerstein, H. (1971). *Dictionary of Psychology*. Maryland: Penguin Book Inc.
- Webster, N. (1976). *Webster's Third New International Dictionary*. America :v Merriam Webster, Inc.
- Whitehead, A. N. (1967). *The Aimes of Education and Other Essay*. New York: The Free Press.
- Wilson, J. W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics". Handbook on Formative and summative Evaluation of Student Learning. Edited By Benjamin S.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นายโกวิทย์ บุญกระจ่าง

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 29 ปี

การศึกษา การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. นางผ่องศรี วุฒิจักร

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 33 ปี

การศึกษา การศึกษาศาสตรบัณฑิต (กศ.บ) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. นางวรินทร์พร เอี่ยมวรฤทธิ

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 36 ปี

การศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต (คป.) คณิตศาสตร์ วิทยาลัยครูเทพสตรี

4.นางสาวเยาวลักษณ์ พลาบุตร

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 39 ปี

การศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต (คป.) คณิตศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

5.นางหัตยา โกทขงรักษ์

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหลวงพ่อบ้านคลองด่านอนุสรณ์ อำเภอบางบ่อ
จังหวัดสมุทรปราการ ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 30 ปี

การศึกษา การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

6.นางยุพดี ทองพันธ์ช่าง

ตำแหน่ง ครู ค.ศ.3 ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดหลักแก้ว อำเภวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง
ประสบการณ์ทำงานรับราชการ 28 ปี

การศึกษา ศึกษาศาสตรบัณฑิต (กศ.บ) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๐๘๒๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นายโกวิท บุญระจำ

ด้วยนายเอกพงษ์ ไชยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขออนุญาตยืมเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๑



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๓/ว ๐๙๒๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๓๓๓

๓๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางผ่องศรี วุฒิจักร

ด้วยนายเอกพงษ์ โตชัยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๓



ที่ ศธ ๒๒๑๕.๑/ว ๐๘๒๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
จ.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๓๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางวรินทร์พร เอี่ยมวราฤทธิ์

ด้วยนายเอกพงษ์ โตชัยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาศพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขออนุญาตเคราะห้ทำนตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๕๓



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๑/ว ๐๘๒๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางสาวเชาวลักษณ์ พลาบุตร

ด้วยนายเอกพงษ์ ไชยศิริ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๕๓



ที่ ศธ ๖๑๑๕.๓/ว. ๐๘ ๒๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางหลุยส์ โกทซังรักษ์

ด้วยนายเอกพงษ์ โตชัยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๑



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๓/ว ๑๙ ๒๕

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๓๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางผ่องศรี ภูมิจักร

ด้วยนายเอกพงษ์ โคชัยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ธรรมเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๓



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๐ ๗ ๒๔

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางยุพดี ทองพันธ์ซึ่ง

ด้วยนายเอกพงษ์ โตชัยศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
แผน ก ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส (ลิมิตและอนุพันธ์) สำหรับฝึกเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี รองศาสตราจารย์อำพล ชรรณเจริญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์
จึงขออนุญาตเคราะห้ทำนตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๓

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์

และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ (IOC)
- ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
10. หาความชันของกราฟเส้นตรงที่ผ่านจุดสองจุดได้	17. จงหาความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุด (4,7) และ (3,9) ก. $-\frac{1}{2}$ ข. -2 ค. $\frac{7}{16}$ ง. $\frac{16}{7}$			
11. บอกได้ว่าฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันใดเป็นฟังก์ชันลด	18. ฟังก์ชันในข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันเพิ่ม ก. $y=2$ ข. $y=3-2x$ ค. $y= x-5 $ ง. $y=2^{x-5}$			
12. หาสมการเส้นสัมผัสได้	19. จงหาสมการเส้นตรงที่ลากผ่านจุด (2,3) และมี ความชันเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ก. $4x+3y+8=0$ ข. $y-3x+7=0$ ค. $3x+4y-18=0$ ง. $2y-x-4=0$			
	20. จงหาสมการเส้นตรงที่ลากผ่านจุด (-3,-4) และ ขนานกับเส้นตรงที่ลากผ่านจุด (1,2) และ (4,6) ก. $4x-3y+5=0$ ข. $3x-4y-7=0$ ค. $3x-4y=0$ ง. $4x-3y=0$			

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้เรื่อง ลิขิตและอนุพันธ์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
2	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
3	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
6	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
7	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
8	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
9	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
10	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
11	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
12	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
13	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
14	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
15	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
16	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
17	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
18	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
19	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
20	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนตามผลการเรียนรู้
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์กำหนดคะแนน มีดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
1. หาลิมิตของฟังก์ชันที่กำหนดได้	1.สัญลักษณ์ในข้อใดที่มีความหมายว่า ถ้า $f(x)$ เข้าใกล้ L เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ a ก. $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ ข. $\lim_{x \rightarrow L} f(x) = a$ ค. $\lim_{f(x) \rightarrow L} x = a$ ง. $\lim_{a \rightarrow L} f(x) = x$			
	2.สัญลักษณ์ $\lim_{x \rightarrow 1} (5x^2 - 1) = 4$ มีความหมายว่าอย่างไร ก. $f(x) = 5x^2 - 1$ เข้าใกล้ 1 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 4 ข. $f(x)$ เข้าใกล้ $5x^2 - 1$ เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 1 ค. $f(x) = 5x^2 - 1$ เข้าใกล้ 4 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 1 ง. $f(x)$ เข้าใกล้ $5x^2 - 1$ เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 4			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
2.บอกได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่	7. กำหนด $f(x) = \begin{cases} x-4 \\ \sqrt{x}-2 \\ 2x+k \end{cases}$ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=4$ แล้ว k มีค่าเท่าใด ก. -4 ข. -3 ค. -2 ง. -5			
	8. จงหาค่า k ที่ทำให้ $f(x) = \begin{cases} 7x-2 & ; x \leq 1 \\ kx^2 & ; x > 1 \end{cases}$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5			
3. หาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงและอัตรา การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของฟังก์ชันได้	9. กำหนด $y = x^3 + 3$ จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ y เทียบกับ x ขณะที่ x เปลี่ยนจาก 3 เป็น 4 ก. 33 ข. 37 ค. 40 ง. 45			
	10. กำหนด $y = f(x) = x^2 + 5x + 6$ จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ x ใดๆ ก. $x+5$ ข. $5x+5$ ค. $2x+5$ ง. $2h+4$			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
4.หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดได้ (ต่อ)	14.. กำหนดให้ $y = \sqrt{x} - \frac{2}{\sqrt{x^3}}$ จงหา y' ก. $\frac{1}{2\sqrt{x}} + \frac{3}{\sqrt{x^5}}$ ข. $\frac{1}{2}\sqrt{x} + 3\sqrt{x^5}$ ค. $x^{\frac{1}{2}} - 2x^{\frac{3}{2}}$ ง. $\frac{1}{2}x^{\frac{1}{2}} - \frac{3}{2}x^{\frac{-5}{2}}$			
	15.กำหนดให้ $y = (x^2 - 2x + 3)(2x + 5)$ จงหา y' ก. $6x^2 + 2x - 4$ ข. $2x^2 - 4x + 6$ ค. $4x^2 + 6x - 10$ ง. $4x - 4$			
	16. กำหนดให้ $y = \frac{1+3x}{1-3x}$ จงหา y' ก. $\frac{-6}{(1+3x)^2}$ ข. $\frac{6}{(1-3x)^2}$ ค. $\frac{-18}{(1-3x)^2}$ ง. $\frac{18}{(1-3x)^2}$			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
4.หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดได้ (ต่อ)	17. จงหา $\frac{d}{dx}(5x^2 + 3\pi x + 2\pi)$ ก. $10x + 3\pi + 2\pi$ ข. $10x + 3\pi + 2$ ค. $10x + 3\pi$ ง. $10x + 3$			
	18. กำหนดให้ $y = 5x^3 - 3x^5$ จงหา y''' ก. $15x^2 - 15x^4$ ข. $30x - 60x^3$ ค. $30 - 180x^2$ ง. $-360x$			
	19. กำหนดให้ $y = 7x^{100} + 8x^{69} - 32,569$ แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง ก. $y^{(99)} = 0$ ข. $y^{(100)} = 0$ ค. $y^{(101)} = 0$ ง. $y^{(169)}$ หาค่าไม่ได้			
	20. กำหนดให้ $f(x) = 3x^3 - x^2 + 9x - 10$ จงหา $f''(2)$ ก. 30 ข. 34 ค. 38 ง. 41			
	21. จงหาอนุพันธ์ของ $y = (x^2 + 2x - 5)^7$ ก. $y' = 14(x+1)(x^2 + 2x - 5)^6$ ข. $y' = 28(x+1)(x^2 + 2x - 5)^6$ ค. $y' = 36(2x+1)(x^2 + 2x - 5)^6$ ง. $y' = 42(2x+1)(x^2 + 2x - 5)^6$			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
4.หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่กำหนดได้ (ต่อ)	22. จงหาอนุพันธ์ของ $y = \sqrt{3-2x}$ ก. $y' = \frac{1}{\sqrt{3-2x}}$ ข. $y' = -\frac{1}{\sqrt{3-2x}}$ ค. $y' = -\frac{2}{\sqrt{3-2x}}$ ง. $y' = \frac{2}{\sqrt{3-2x}}$			
5.นำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้	23. .วัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยเคลื่อนที่ตามกฎ $s = t^3 - 3t^2 - 9t + 5$ จงหาความเร็วของวัตถุในขณะเวลา $t = 1$ ก. $v = -10$ ข. $v = -11$ ค. $v = -12$ ง. $v = -13$			
	25. จงหาความชันของเส้นโค้ง $y = x^2 - 4x + 10$ ที่จุด $(4,6)$ ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6			
	26.กำหนด $f(x) = 4x^2 - 16x + 5$ จงหาจุดวิกฤตของฟังก์ชันเท่ากับข้อใด ก. $(-11,2)$ ข. $(12,0)$ ค. $(2,-11)$ ง. $(2,11)$			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		+1	0	-1
5.นำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ได้ (ต่อ)	27. เส้นโค้ง $y = x^2$ จงหาสมการเส้นสัมผัสของส่วนโค้งที่จุด $(1, 0)$ ก. $y = 2x - 1$ ข. $y = 2x + 1$ ค. $y = 2x - 2$ ง. $y = 2x + 2$			
	28. ถ้า c อาจเป็นค่าวิกฤตที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ หากกราฟเป็นรูปหงายขึ้น แล้ว $f''(x)$ จะมีค่าเท่ากับข้อใด ก. $f''(x) < 0$ ข. $f''(x) > 0$ ค. $f''(x) = 0$ ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข			
	29. จงหาค่าสูงสุดสัมบูรณ์ และค่าต่ำสุดสัมบูรณ์ของฟังก์ชัน $f(x) = x^2 - 4x + 5$ บนช่วงปิด $[0, 5]$ ก. $(20, 1)$ ข. $(5, 4)$ ค. $(10, 1)$ ง. $(13, 4)$			
	30. บริษัทผู้ผลิตจำหน่ายรถจักรยาน ต้องการผลิตรถจักรยานออกจำหน่าย โดยตั้งราคาขายคันละ 1,340 บาท ต้นทุนในการผลิตรถจักรยาน x คัน เท่ากับ $\frac{5}{6}x^3 - 50x^2 + 1,700x + 3,000$ บาท จงหาว่าบริษัทควรผลิตรถจักรยานออกจำหน่ายกี่คัน จึงจะได้กำไรมากที่สุด ก. 30 คัน ข. 32 คัน ค. 36 คัน ง. 39 คัน			

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
2	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
3	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
6	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
7	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
8	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
9	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
10	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
11	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
12	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
13	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
14	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
15	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
16	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
17	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
18	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
19	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
20	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
21	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
22	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
23	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
24	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
25	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
26	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
27	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
28	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
29	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
30	1	1	1	1	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

ตารางที่ 10 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1*	0.53	0.40	16*	0.37	0.33
2	0.90	0.13	17	0.17	0.33
3	0.83	0.07	18*	0.73	0.27
4*	0.60	0.27	19*	0.50	0.40
5*	0.50	0.27	20*	0.50	0.27
6*	0.43	0.20	21*	0.43	0.27
7	0.17	0.27	22	0.47	0.00
8*	0.37	0.27	23*	0.60	0.33
9*	0.63	0.27	24	0.27	0.13
10*	0.77	0.20	25*	0.80	0.33
11	0.13	0.20	26*	0.80	0.27
12	0.97	0.07	27*	0.60	0.20
13*	0.77	0.33	28	0.90	0.13
14*	0.40	0.40	29*	0.67	0.33
15*	0.47	0.20	30	0.17	0.27

- หมายเหตุ 1) ข้อสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่าความยาก (P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 มีค่าอำนาจ
จำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- 2) คัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จนครบทุก
จุดประสงค์
- 3) ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ ได้แก่ ข้อ 1,4,5,6,8,9,10,13,14,15,16,18,
19,20,21,23,25,26,29,30

ตารางที่ 11 ค่า p, q, pq และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.53	0.47	0.2491	11	0.37	0.63	0.2331
2	0.6	0.4	0.24	12	0.73	0.27	0.1971
3	0.5	0.5	0.25	13	0.5	0.5	0.25
4	0.43	0.57	0.2451	14	0.5	0.5	0.25
5	0.37	0.63	0.2331	15	0.43	0.57	0.2451
6	0.63	0.37	0.2331	16	0.6	0.4	0.24
7	0.77	0.23	0.1771	17	0.8	0.2	0.16
8	0.77	0.23	0.1771	18	0.8	0.2	0.16
9	0.4	0.6	0.24	19	0.6	0.4	0.24
10	0.47	0.53	0.2491	20	0.67	0.33	0.2211
$\sum pq$							4.4901

คำนวณหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)
ใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

$n = 20$ $\sum pq = 4.4901$ $s_t^2 = 13.766$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{20}{20 - 1} \left[1 - \frac{4.4901}{13.766} \right] \\ &= 0.7093 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

- ผลการประเมินบทเรียน โปรแกรมของผู้เชี่ยวชาญ
- ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมจากการทดสอบแบบภาคสนาม
- ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียน โปรแกรมจากการทดสอบแบบภาคสนาม

ตารางที่ 12 ผลการประเมินบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{x}$	ระดับ ความคิดเห็น
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาตรงกับหลักสูตร	5	5	5	5.00	ดีมาก
1.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์	5	5	5	5.00	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	ดี
1.4 การนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับ	4	5	5	4.67	ดีมาก
1.5 เนื้อหาชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	ดีมาก
2. ด้านรูปเล่ม					
2.1 ขนาดและความชัดเจนของตัวอักษร	4	4	5	4.33	ดี
2.2 การออกแบบและการจัดวางรูปเล่ม	4	5	4	4.33	ดี
3. ด้านความเหมาะสม					
3.1 เวลาที่ใช้	5	5	4	4.67	ดีมาก
3.2 การใช้ภาษาเหมาะสม	4	4	5	4.33	ดี
3.3 ความต่อเนื่องจนใจให้ติดตามเนื้อหา	4	4	4	4.00	ดี
3.4 วัดผลและประเมินผลตรงกับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	ดีมาก
รวม				4.53	ดีมาก

ตารางที่ 13 คะแนนรายชุดของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 35 คน

ที่	ชุดที่ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																				รวม (100)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	3	4	3	3	4	5	3	3	3	70
2	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	76
3	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	79
4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	76
5	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	3	4	3	75
6	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	74
7	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	5	3	4	4	3	4	75
8	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	80
9	4	4	3	5	4	5	4	4	5	5	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	76
10	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	80
11	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	76
12	3	4	3	4	5	4	5	4	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	78
13	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	4	4	3	3	77
14	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	75
15	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	77
16	5	4	5	4	4	3	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	78
17	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	79
18	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	73
19	4	5	3	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	79
20	5	5	5	5	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	75

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 35 คน

คนที่	คะแนนรวมรายหน่วย (100 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
1	70	13
2	76	14
3	79	15
4	76	15
5	75	16
6	74	16
7	75	16
8	80	16
9	76	13
10	80	15
11	76	14
12	78	17
13	77	14
14	75	15
15	77	14
16	78	16
17	79	16
18	73	13
19	79	17
20	75	15

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนรวมรายหน่วย (100 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
21	75	15
22	75	15
23	75	14
24	78	16
25	76	16
26	81	18
27	77	16
28	76	17
29	78	17
30	78	13
31	78	15
32	77	15
33	77	18
34	78	15
35	76	15
รวม	2683	535
เฉลี่ย	76.67	15.29
คิดเป็นร้อยละ	76.67	76.43

ดังนั้น $E_1/E_2 = 76.67/76.43$

ตารางที่ 15 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน

คนที่	คะแนนสอบ	
	ก่อนเรียน(20)	หลังเรียน (20)
1	3	13
2	4	14
3	4	15
4	5	15
5	6	16
6	6	16
7	6	16
8	7	16
9	4	13
10	5	15
11	4	14
12	7	17
13	6	14
14	7	15
15	4	14
16	4	16
17	5	16
18	6	13
19	7	17
20	5	15

ตารางที่ 15 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ	
	ก่อนเรียน(20)	หลังเรียน (20)
21	7	15
22	4	15
23	4	14
24	5	16
25	5	16
26	6	18
27	7	16
28	6	17
29	5	17
30	3	13
31	4	15
32	5	15
33	8	18
34	5	15
35	5	15
รวม	184	535

การคำนวณดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนหลังการศึกษาด้วยของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

$$\begin{aligned}
 EI &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}} \\
 &= \frac{535 - 184}{(35 \times 20) - 184} \\
 &= 0.6802
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์

- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดความพึงพอใจ
- ค่าเฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจจากการทดสอบ

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ลิ้มิตและอนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
2	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
3	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
6	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
7	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
8	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
9	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
10	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
11	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
12	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
13	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
14	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
15	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วย
บทเรียนโปรแกรมเรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบ
จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน

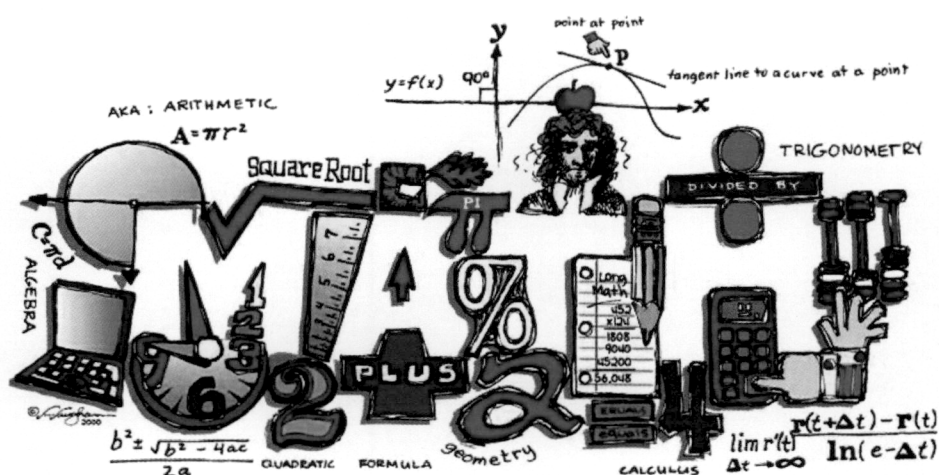
ข้อ	ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.68	มาก
2	เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.00	0.54	มาก
3	เนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมเป็นลำดับขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.17	0.51	มาก
4	ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามหลักวิชา สื่อความหมายเข้าใจง่าย	3.94	0.42	มาก
5	คำอธิบาย ตัวอย่าง จำนวน ข้อของแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	4.06	0.59	มาก
6	กิจกรรมมีรูปแบบหลากหลาย น่าสนใจ ชวนให้ทำต่อ	4.31	0.53	มาก
7	แบบฝึกหัดในบทเรียนโปรแกรมไม่ยากจนเกินไป	4.09	0.61	มาก
8	มีการเน้น สรุปหลักในการคิด การจำ	4.20	0.63	มาก
9	การจัดเรียงเนื้อหา มีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน	4.03	0.62	มาก
10	บทเรียนโปรแกรมช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองได้	3.94	0.73	มาก
11	การแสดงคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบใน บทเรียนโปรแกรมทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียน	3.91	0.7	มาก
12	กิจกรรมในบทเรียน โปรแกรมช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง	3.94	0.64	มาก
13	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดี ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.97	0.78	มาก
14	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมทำให้เรียนเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ได้เร็วยิ่งขึ้น	4.17	0.75	มาก
15	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนได้พัฒนา ทักษะการคิดมากขึ้น	4.23	0.81	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.06	0.64	มาก

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทเรียนโปรแกรม

เรื่อง : แคลคูลัสเบื้องต้น
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค33201
 โดย ดร.เอกพงษ์ ไตรยศิริ
 โรงเรียนสตรีวังทอง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 1 เขต 5
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

บทเรียนโปรแกรม เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค33201
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ เรื่องแคลคูลัส(ลิมิต
 และอนุพันธ์) อีกประการหนึ่งเพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ประกอบการเรียน เป็นการฝึกให้นักเรียนหาความรู้ด้วย
 ตนเอง สร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น
 ได้จัดทำขึ้นทั้งหมด 20 ชุด ดังนี้

- | | |
|---|--|
| ชุดที่ 1 นิยามของลิมิต | ชุดที่ 2 ลิมิตของฟังก์ชัน |
| ชุดที่ 3 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 1 | ชุดที่ 4 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน 2 |
| ชุดที่ 5 ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน | ชุดที่ 6 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย |
| ชุดที่ 7 อัตราการเปลี่ยนแปลงขณะเวลาใดๆ | ชุดที่ 8 อนุพันธ์ของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชัน |
| ชุดที่ 9 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 1 | ชุดที่ 10 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 2 |
| ชุดที่ 11 อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ | ชุดที่ 12 อนุพันธ์อันดับสูง |
| ชุดที่ 13 ความเร็ว | ชุดที่ 14 ความเร็วเฉลี่ย |
| ชุดที่ 15 ความชันของเส้นสัมผัส | ชุดที่ 16 ค่าวิกฤตของฟังก์ชัน |
| ชุดที่ 17 ฟังก์ชันเพิ่ม ฟังก์ชันลดของฟังก์ชัน | ชุดที่ 18 ค่าสูงสุด ค่าสุดของฟังก์ชัน |
| ชุดที่ 19 ค่าสูงสุด ค่าสุดสมบูรณ์ | ชุดที่ 20 ประยุกต์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน |

รายละเอียดในบทเรียน โปรแกรมฉบับนี้ ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้
 คำชี้แจงในการใช้บทเรียนโปรแกรม เนื้อหาแต่ละกรอบมีความสัมพันธ์กัน เรียงลำดับจากง่ายไปหา
 ยาก มีตัวอย่างและภาพประกอบอย่างชัดเจน นักเรียนสามารถตอบคำถามประจำบทเรียนและตรวจ
 คำตอบที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง หลังจากนำบทเรียนโปรแกรมชุดนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการ
 สอนแล้ว ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน เป็น
 สื่อการสอนที่ช่วยแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนได้มาก และใช้ได้ดีมีประสิทธิภาพสามารถอำนวยความสะดวกต่อ
 การเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้ ที่สำคัญช่วยปลูกฝังให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์
 มีวินัยและความรับผิดชอบต่อตนเอง

คำชี้แจง

การใช้บทเรียน

บทเรียน โปรแกรมเล่มนี้เป็นบทเรียนที่นักเรียนใช้ศึกษาด้วยความสามารถของนักเรียนเอง
ขอให้นักเรียนอ่านคำแนะนำชี้แจงและทำตามคำแนะนำแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบแล้วนักเรียนจะ
ได้รับความรู้อย่างครบถ้วน ขอให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2. ศึกษาบทเรียนโปรแกรมตามกรอบเนื้อหา ตามลำดับ
- 3. ศึกษาตัวอย่างทุกตัวอย่างแล้วทำแบบฝึกหัดให้ครบและถูกต้องทุกกรอบ
- 4. ทำแบบทดสอบท้ายชุดการเรียนรู้ของบทเรียนโปรแกรมแล้วตรวจคำตอบ

บทเรียนจะมีลักษณะเป็นชุดความรู้ย่อย ๆ ที่เรียงกันไป ให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและตอบ
คำถามท้ายชุดการเรียนรู้ ชุดละ 5 ข้อ จากนั้นตรวจคำตอบด้วยตัวเอง ซึ่งมีแนวการปฏิบัติในขั้นตอนต่อไป
ดังต่อไปนี้

จำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก	เกณฑ์การประเมิน	แนวทางในการปฏิบัติในขั้นต่อไป
4-5 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดีมาก	อ่านชุดต่อไปได้
3 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดี	อ่านซ้ำชุดเดิมและทำความเข้าใจในข้อที่ นักเรียนทำผิดจนเข้าใจ
0-2 ข้อ	ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม	อ่านซ้ำและทำความเข้าใจชุดเดิมและอ่าน เสริมในชุดพัฒนาเพิ่มเติมของเรื่องนั้น จนเข้าใจและข้อสอบใหม่

5. ขอให้นักเรียนอ่านไปตามลำดับ

อย่าอ่านข้ามกรอบ เพราะบทเรียนจะไม่ต่อเนื่องกัน ขอให้เรียนอ่านไปเรื่อยๆและทำ
ความเข้าใจทุกๆกรอบ

6. ทดสอบหลังเรียน

การทดสอบหลังเรียนเป็นการวัดความเข้าใจบทเรียนทั้งหมด นักเรียนต้องตั้งใจและ
พยายามทำงานสุดความสามารถ เพราะการสอบครั้งนี้จะให้นักเรียนทราบว่านักเรียน
ได้เรียนรู้บทเรียนทั้งหมดหรือไม่

7. การศึกษาบทเรียนโปรแกรมนี้จะไม่บรรลุผลสำเร็จ ถ้านักเรียนขาดความซื่อสัตย์ในการปฏิบัติกิจกรรม

8. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมในสมุดแบบฝึกหัด ห้ามขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในบทเรียนโปรแกรมเล่มนี้

บทเรียนโปรแกรม (Programmed Text)

ชุดที่ 12 เรื่อง อนุพันธ์อันดับสูง

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและที่มาของอนุพันธ์อันดับสูงได้



ยินดีต้อนรับ... เข้าสู่บทเรียนโปรแกรม
นะครับผม... เรามาร่วมเรียนรู้ไปพร้อม ๆ
กันกับผม และเพื่อนๆของผม กันเลยนะครับ
พร้อมแล้วใช่ไหมครับ .. ไปกันเลย



กรอบที่ 1

บทนิยาม

กำหนด f เป็นฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์ได้ และ $f'(x)$ เป็นอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f ที่ x ซึ่งสามารถหาอนุพันธ์ได้แล้ว จะเรียกอนุพันธ์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f ที่ x หรืออนุพันธ์ของฟังก์ชัน f' ที่ x ว่า อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ f ที่ x และเขียนแทนอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f' ที่ x ด้วย $f''(x)$

จากบทนิยามจะได้

$$\text{สูตร } f''(x) = \frac{d}{dx}(f'(x)) = \frac{d^2}{dx^2}(f(x)) = \frac{d^2y}{dx^2}$$

และในทำนองเดียวกันเราสามารถกล่าวถึงอนุพันธ์อันดับที่ 3 ของฟังก์ชัน f ที่ x ได้ว่าเป็นอนุพันธ์ของอนุพันธ์อันดับที่สองของฟังก์ชัน f ที่ x และเขียนแทนด้วย $f'''(x)$ หรือ $\frac{d^3y}{dx^3}$

และใช้สัญลักษณ์ $f^4(x)$ หรือ $\frac{d^4y}{dx^4}$ แทนอนุพันธ์อันดับที่ 4 ของ $f(x)$

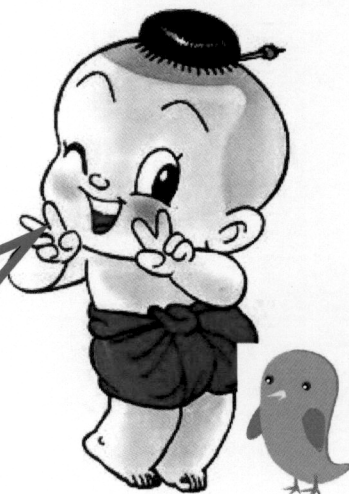
และใช้สัญลักษณ์ $f^n(x)$ หรือ $\frac{d^ny}{dx^n}$ แทนอนุพันธ์อันดับที่ n ของ $f(x)$

คำถามประจำกรอบที่ 1

$f''(x)$ หมายความว่าอย่างไร

กรอบที่ 1 ง่ายมากใช่มั้ย...ครับ แล้วเพื่อนๆ
อย่าลืมทำคำถามประจำกรอบนะครับ

(ดูเฉลยในกรอบที่ 2)



เฉลยคำถามประจำกรอบที่ 1

ตอบ $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$ ที่ x

กรอบที่ 2 กับ กรอบที่ 1 เนื้อหา
เดียวกันนี้ทำไมมันช่างง่ายขนาด
นี้ จะมีอีกสัก 100 ข้อก็ยังไม่ไหว...
.....แล้วอย่าลืมตอบคำถาม
ประจำกรอบนะครี๊บเพื่อนๆ สู้
ตาย !! ☺

กรอบที่ 2

ตัวอย่าง

$$f(x) = x + \frac{1}{x} \text{ จงหา } f''(x)$$

วิธีทำ $f(x) = x + \frac{1}{x}$

$$f(x) = x + x^{-1}$$

$$f'(x) = 1 + (-1)(x)^{-1-1}$$

$$f'(x) = 1 - (x)^{-2}$$

$$f''(x) = 0 + 2x^{-2-1}$$

$$\therefore f''(x) = 2x^{-3}$$

คำถามประจำกรอบที่ 2

$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2} \text{ จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ } f(x)$$



เฉลยคำถามประจำกรอบที่ 2

ตอบ วิธีทำ $f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2}$

$$f(x) = x^2 + x^{-2}$$

$$f'(x) = 2(x) - 2(x)^{-3}$$

$$f''(x) = 2 + 6(x)^{-4}$$

$$\therefore f''(x) = 6(x)^{-4} + 2$$

กรอบที่ 3

ตัวอย่าง

$$f(x) = x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7 \text{ จงหา } f'''(x)$$

วิธีทำ $f(x) = x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7$

$$f'(x) = 4x^3 + 12x^2 + 10x + 6$$

$$f''(x) = 12x^2 + 24x + 10$$

$$f'''(x) = 24x + 24$$

$$\therefore f'''(x) = 24x + 24$$

กรอบที่ 3

ง่ายใช่มั้ย...ครับเพื่อนๆ
แค่ diff ไปเรื่อยๆ ตามที่โจทย์
กำหนด เพื่อนๆ ผม ทำได้อยู่
แล้ว จริงไหม ? ครับ ...



คำถามประจำกรอบที่ 3

จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 3 ของฟังก์ชัน $f(x) = x^3 - 2x^2 + 3x + 4$



เฉลยคำถามประจำกรอบที่ 3

ตอบ วิธีทำ $f(x) = x^3 - 2x^2 + 3x + 4$

$$f'(x) = 3x^2 - 4x + 3$$

$$f''(x) = 6x - 4$$

$$f'''(x) = 6$$

$$\therefore f'''(x) = 6$$

หลักง่ายๆ ว่า diff 1 ครั้ง กำลังจะ
ลดลง 1 ค่า เช่น x^3 diff แล้วก็จะ
เหลือ x^2
.. ฝึกบ่อยๆนะ...แล้วเพื่อนๆ จะ
เก่งเองครับ 😊

คำถามประจำกรอบที่ 4

จงหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับที่ 4 ของ

$$f(x) = x^7 + 2x^5 - 3x^4 + x^2$$

กรอบที่ 4

ตัวอย่าง

$$f(x) = x^5 + x^3 + 2x^2 + 8 \text{ จงหา } f^4(x)$$

วิธีทำ $f(x) = x^5 + x^3 + 2x^2 + 8$

$$f'(x) = 5x^4 + 3x^2 + 4x$$

$$f''(x) = 20x^3 + 6x + 4$$

$$f'''(x) = 60x^2 + 6$$

$$f^4(x) = 120x$$

$$\therefore f^4(x) = 120x$$



เฉลยคำถามประจำกรอบที่ 4

ตอบ วิธีทำ $f(x) = x^7 + 2x^5 - 3x^4 + x^2$

$$f'(x) = 7x^6 + 10x^4 - 12x^3 + 2x$$

$$f''(x) = 42x^5 + 40x^3 - 36x^2 + 2$$

$$f'''(x) = 210x^4 + 120x^2 - 72x$$

$$f^{(4)}(x) = 840x^3 + 240x - 72$$

$$\therefore f^{(4)}(x) = 840x^3 + 240x - 72$$

คำถามประจำกรอบที่ 5

$$y = (x+1)^3 \text{ จงหา } \frac{d^2y}{dx^2}$$

กรอบที่ 5

ตัวอย่าง

$$y = (2x+1)^3 \text{ จงหา } \frac{d^2y}{dx^2}$$

วิธีทำ

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

$$y' = 3(2x+1)^2 (2)$$

$$y' = 6(2x+1)^2$$

$$y'' = 12(2x+1)(2)$$

$$y'' = 24(2x+1)$$

$$\therefore y'' = 48x + 24$$

นี่!! เราทำ อ่าน มาถึงนี้แล้วหรอเนี่ย
...เฮ้ ๆ ๆ ดีใจจังอีกนิดเดียวต้องทำ
ให้ได้☺



เฉลยคำถามประจำกรอบที่ 5

ตอบ วิธีทำ $y = (x+1)^3$

$$y' = 3(x+1)^2 (1)$$

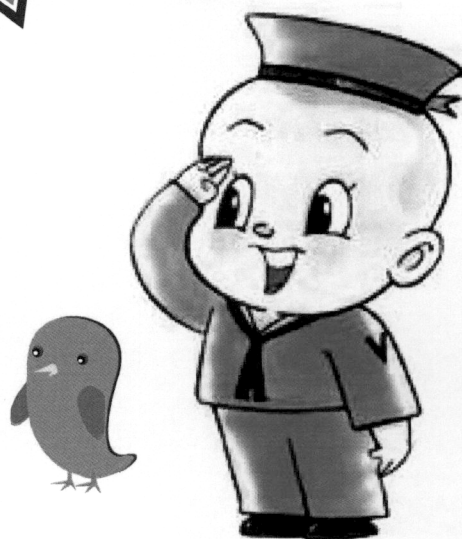
$$y'' = 6(x+1)$$

$$\therefore y'' = 6x + 6$$

เรียนจบหาเรียนโปรแกรมชุดที่ 12 แล้ว อย่า

ลืมทำคำถามประเมินความรู้และหมั่นทบทวน

ด้วยนะครับเพื่อน ๆ



คำถามประเมินความรู้ชุดที่ 12

อนุพันธ์อันดับสูง

คำชี้แจง ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. $f'''(x)$ หมายความว่าอย่างไร

ก. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$ ที่ x ข. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 4 ของ $f(x)$ ที่ x

ค. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 3 ของ $f(x)$ ที่ x ง. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของ $f(x)$ ที่ x

2. $f(x) = x^2 + \frac{1}{x^3}$ จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$

ก. $f''(x) = 2 - 12x^{-3}$

ข. $f''(x) = 2 + 12x^{-3}$

ค. $f''(x) = 2 - 12x^{-5}$

ง. $f''(x) = 2 + 12x^{-5}$

3. จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 4 ของฟังก์ชัน $f(x) = x^6 + 4x^5 - 2x^4 - x^3 + 3x^2 - x + 9$

ก. $f^4(x) = 360x^2 + 480x - 48$

ข. $f^4(x) = 360x^2 + 480x + 48$

ค. $f^4(x) = 360x^2 - 480x + 48$

ง. $f^4(x) = 360x^2 - 480x - 48$

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

ก. $y'' = 40x^5 + 48x^4 - 12x^3$

ข. $y'' = 40x^3 + 48x^2 + 12x$

ค. $y'' = 10x^4 + 16x^3 - 6x^2$

ง. $y'' = 40x^3 + 48x^2 - 12x$

5. จงหาค่า $\frac{d^3y}{dx^3}$ ของ $y = (4x+1)^4$

ก. $y''' = 192(4x+1)^2$

ข. $y''' = 1536(4x+1)$

ค. $y''' = 384(4x+1)$

ง. $y''' = 384(4x+1)^2$

ตั้งใจทำข้อสอบนะครับ...แล้วกันเรื่องจะประสบความสำเร็จ

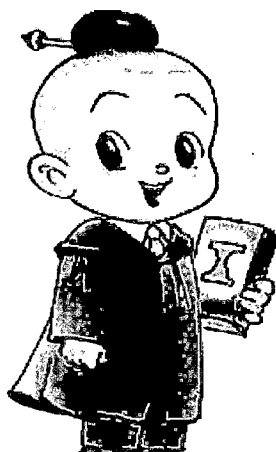
เฉลยคำถามประเมินความรู้ชุดที่ 12

อนุพันธ์อันดับสูง

1. ค
2. ง
3. ก
4. ง
5. ข

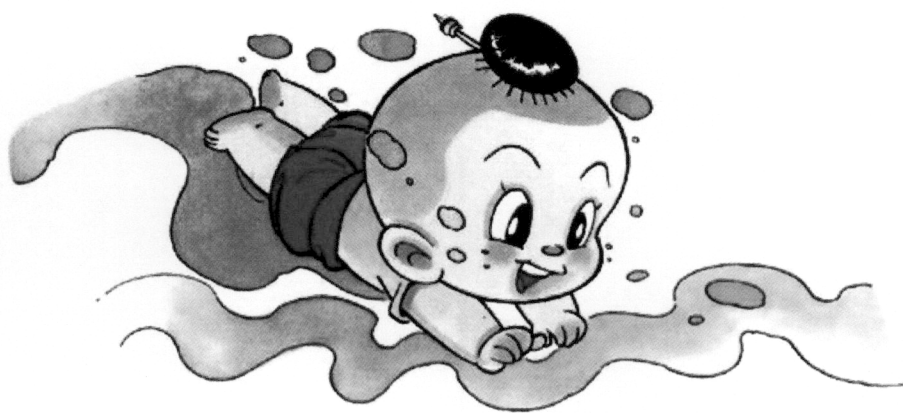
เกณฑ์การประเมิน

จำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก	เกณฑ์การประเมิน	แนวทางในการปฏิบัติในขั้นต่อไป
4-5 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดีมาก	อ่านชุดต่อไปได้
3 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดี	อ่านซ้ำชุดเดิมและทำความเข้าใจในข้อที่นักเรียนทำผิดจนเข้าใจ
0-2 ข้อ	ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม	อ่านซ้ำและทำความเข้าใจชุดเดิมและอ่านเสริมในชุดพัฒนาเพิ่มเติมของเรื่องนั้นจนเข้าใจและทดสอบข้อสอบใหม่



บทเรียนโปรแกรม (ชุดพัฒนาเพิ่มเติม)
(Programmed Text)

ชุดที่ 12
เรื่อง อนุพันธ์อันดับสูง

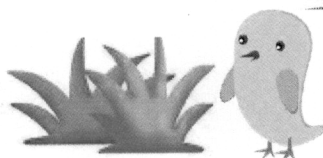


จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและที่มาของอนุพันธ์อันดับสูงได้

จำนวน 5 ทรอบ



เฉลยคำถามประเมินความรู้ชุดที่ 12

1. $f'''(x)$ หมายความว่าอย่างไร

ก. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$ ที่ x ข. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 4 ของ $f(x)$ ที่ x

ค. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 3 ของ $f(x)$ ที่ x ง. $f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของ $f(x)$ ที่ x

ตอบ ค

จากนิยาม $f''(x) = \frac{d}{dx}(f'(x)) = \frac{d^2}{dx^2}(f(x)) = \frac{d^2y}{dx^2}$

ดังนั้น $f'''(x) = \frac{d}{dx}(f''(x)) = \frac{d^3}{dx^3}(f(x)) = \frac{d^3y}{dx^3}$

$f'''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 3 ของ $f(x)$ ที่ x

2. $f(x) = x^2 + \frac{1}{x^3}$ จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$

ก. $f''(x) = 2 - 12x^{-3}$

ข. $f''(x) = 2 + 12x^{-3}$

ค. $f''(x) = 2 - 12x^{-5}$

ง. $f''(x) = 2 + 12x^{-5}$

ตอบ ง

วิธีทำ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$ คือ $f''(x)$

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

$$f'(x) = 2x - 3x^{-4}$$

$$f''(x) = 2 + 12x^{-5}$$

3. จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 4 ของฟังก์ชัน $f(x) = x^6 + 4x^5 - 2x^4 - x^3 + 3x^2 - x + 9$

ก. $f^4(x) = 360x^2 + 480x - 48$

ข. $f^4(x) = 360x^2 + 480x + 48$

ค. $f^4(x) = 360x^2 - 480x + 48$

ง. $f^4(x) = 360x^2 - 480x - 48$

ตอบ ก

วิธีทำ อนุพันธ์อันดับที่ 4 ของฟังก์ชัน $f(x)$ คือ $f^4(x)$

$$f(x) = x^6 + 4x^5 - 2x^4 - x^3 + 3x^2 - x + 9$$

$$f'(x) = 6x^5 + 20x^4 - 8x^3 - 3x^2 + 6x - 1$$

$$f''(x) = 30x^4 + 80x^3 - 24x^2 - 6x + 6$$

$$f'''(x) = 120x^3 + 240x^2 - 48x - 6$$

$$f^4(x) = 360x^2 + 480x - 48$$

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

ก. $y'' = 40x^5 + 48x^4 - 12x^3$

ข. $y'' = 40x^3 + 48x^2 + 12x$

ค. $y'' = 10x^4 + 16x^3 - 6x^2$

ง. $y'' = 40x^3 + 48x^2 - 12x$

ตอบ ง

วิธีทำ $\frac{d^2y}{dx^2}$ คือ y''

$$y = 2x^5 + 4x^4 - 2x^3$$

$$y' = 10x^4 + 16x^3 - 6x^2$$

$$y'' = 40x^3 + 48x^2 - 12x$$

5. จงหาค่า $\frac{d^3y}{dx^3}$ ของ $y = (4x+1)^4$

ก. $y''' = 192(4x+1)^2$

ข. $y''' = 1536(4x+1)$

ค. $y''' = 384(4x+1)$

ง. $y''' = 384(4x+1)^2$

ตอบ ข

วิธีทำ $\frac{d^3y}{dx^3}$ คือ y'''

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

$$y' = 4(4x+1)^3 (4) = 16(4x+1)^3$$

$$y'' = 48(4x+1)^2 (4) = 192(4x+1)^2$$

$$y''' = 384(4x+1)(4) = 1536(4x+1)$$



อ่านสรุปกันอีกสักนิดนะครับแล้วค่อยทำ
แบบทดสอบกันครับเพื่อนๆ.....

กรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.1

บทนิยาม

กำหนด f เป็นฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์ได้ และ $f'(x)$ เป็นอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f ที่ x ซึ่งสามารถหาอนุพันธ์ได้แล้ว จะเรียกอนุพันธ์ของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f ที่ x หรืออนุพันธ์ของฟังก์ชัน f' ที่ x ว่า “อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ f ที่ x และเขียนแทนอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f' ที่ x ด้วย $f''(x)$ ”

จากบทนิยามจะได้

$$f''(x) = \frac{d}{dx} (f'(x)) = \frac{d^2}{dx^2} (f(x)) = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

และในทำนองเดียวกันเราสามารถกล่าวถึงอนุพันธ์อันดับที่ 3 ของฟังก์ชัน f ที่ x ได้ว่าเป็นอนุพันธ์ของอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของฟังก์ชัน f ที่ x และเขียนแทนด้วย $f'''(x)$ หรือ $\frac{d^3 y}{dx^3}$

และใช้สัญลักษณ์ $f^4(x)$ หรือ $\frac{d^4 y}{dx^4}$ แทนอนุพันธ์อันดับที่ 4 ของ $f(x)$ และใช้สัญลักษณ์ $f^n(x)$ หรือ $\frac{d^n y}{dx^n}$ แทนอนุพันธ์อันดับที่ n ของ $f(x)$

คำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 1.1

$f''(x)$ หมายความว่าอย่างไร



(ดูเฉลยในกรอบถัดไป ได้เลยครับผม)



เฉลยคำถามประจำกรอบ

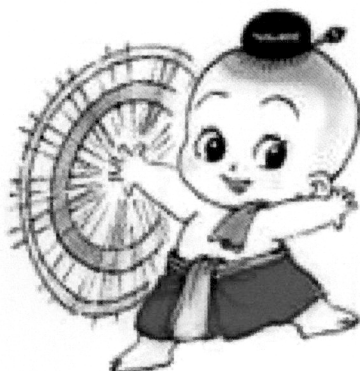
พัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.1

ตอบ $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ n ของ $f(x)$

ไม่ยากเลยใช่ไหมคะ

อย่าลืมตอบคำถามประจำกรอบนะ

ครับ



กรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.2

ตัวอย่าง

$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x} \text{ จงหา } f''(x)$$

วิธีทำ

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

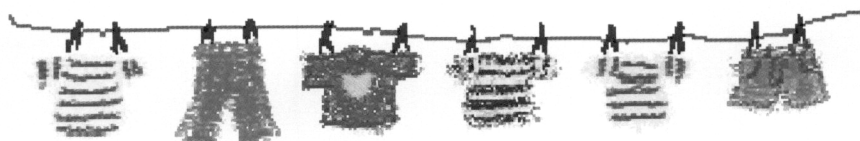
$$f(x) = x^2 + x^{-1}$$

$$f'(x) = 2x - x^{-2}$$

$$\therefore f''(x) = 2 + 2x^{-3}$$

คำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.2

$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2} \text{ จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ } f(x)$$



เฉลยคำถามประจำกรอบ

พัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.2

ตอบ วิธีทำ

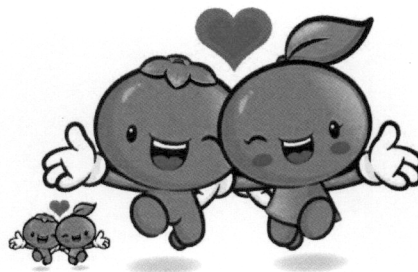
$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x^2}$$

$$f(x) = x^2 + x^{-2}$$

$$f'(x) = 2(x) - 2(x)^{-3}$$

$$f''(x) = 2 + 6(x)^{-4}$$

$$\therefore f''(x) = 6(x)^{-4} + 2$$



กรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.3

ตัวอย่าง

$$f(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 4 \text{ จงหา } f'''(x)$$

วิธีทำ $f(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 4$

$$f'(x) = 3x^2 + 4x + 3$$

$$f''(x) = 6x + 4$$

$$\therefore f'''(x) = 6$$

อย่าลืมตอบคำถามกันนะครับ

(ดูเฉลยในหน้าถัดไปเลยครับ)



คำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.3

จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 3 ของฟังก์ชัน $f(x) = x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7$

เฉลยคำถามประจำรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.3

ตอบ วิธีทำ $f(x) = x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7$

$$f'(x) = 4x^3 + 12x^2 + 5x^2 + 10x + 6$$

$$f''(x) = 12x^2 + 24x + 10$$

$$\therefore f'''(x) = 24x + 24$$

กรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.4

ตัวอย่าง

$$f(x) = x^5 + 2x^3 + 2x^2 + 7 \text{ จงหา } f'(x)$$

วิธีทำ $f(x) = x^5 + 2x^3 + 2x^2 + 7$

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

$$f''(x) = 20x^3 + 12x + 4$$

$$f'''(x) = 60x + 12$$

$$f^4(x) = 60$$

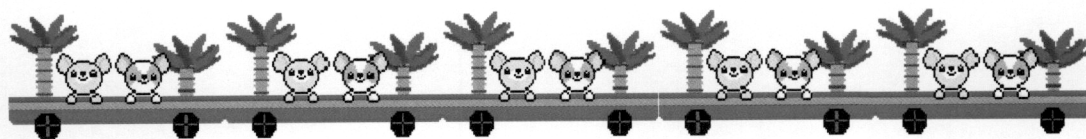
$$\therefore f^4(x) = 60$$



หลักการพิเศษ

diff 1 ครั้ง กำลังก็จะลดลง 1 ค่าเสมอ

เช่น x^4 เมื่อ diff แล้วจะเหลือ x^3



คำถามประจำรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.4

จงหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันอันดับที่ 4 ของ $f(x) = x^7 + 2x^5 - 2x^4$



เฉลยคำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.4

ตอบ วิธีทำ $f(x) = x^7 + 2x^5 - 2x^4$

$$f'(x) = 7x^6 + 10x^4 - 8x^3$$

$$f''(x) = 42x^5 + 40x^3 - 24x^2$$

$$f'''(x) = 210x^4 + 120x^2 - 48x$$

$$f^{(4)}(x) = 840x^3 + 240x - 48$$

$$\therefore f^{(4)}(x) = 840x^3 + 240x - 48$$

กรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.5

ตัวอย่าง

$$y = (x+1)^3 \text{ จงหา } \frac{d^2y}{dx^2}$$

วิธีทำ

$$y = (x+1)^3$$

$$y' = 3(x+1)^2 (1)$$

$$y'' = 6(x+1)$$

$$\therefore y'' = 6x + 6$$

ตั้งใจทำนะครับ



คำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.5

$$y = (2x+1)^3 \text{ จงหา } \frac{d^2y}{dx^2}$$

เฉลยคำถามประจำกรอบพัฒนาเพิ่มเติมที่ 12.5

ตอบ

วิธีทำ

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

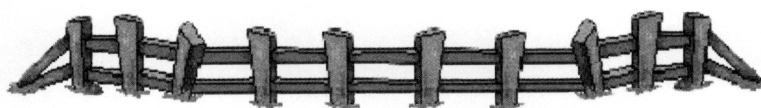
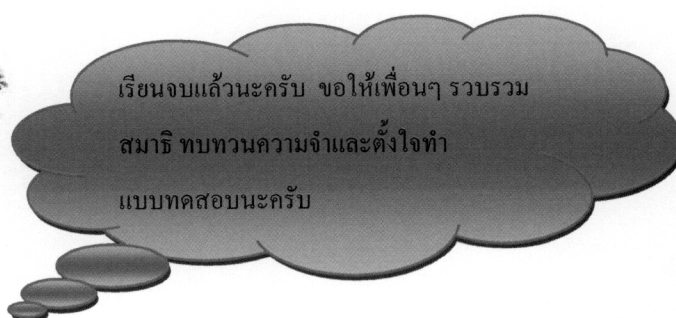
$$y' = 3(2x+1)^2 (2)$$

$$y' = 6(2x+1)^2$$

$$y'' = 12(x+1)(2)$$

$$y'' = 24(2x+1)$$

$$\therefore y'' = 48x + 24$$



คำถามประเมินความรู้ ชุดที่ 12 (ฉบับพัฒนาเพิ่มเติม)

เรื่อง อนุพันธ์อันดับสูง

คำชี้แจง ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. $f''(x)$ หมายความว่าอย่างไร

ก. $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$ ที่ x ข. $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 4 ของ $f(x)$ ที่ x

ค. $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 3 ของ $f(x)$ ที่ x ง. $f''(x)$ คือ อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของ $f(x)$ ที่ x

2. $f(x) = x^2 + \frac{1}{x^3}$ จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 2 ของ $f(x)$

ก. $f''(x) = 2 + 12x^3$.

ข. $f''(x) = 2 + 12x^5$

ค. $f''(x) = 2 + 12x^{-3}$

ง. $f''(x) = 2 + 12x^{-5}$

3. $f(x) = x + \frac{1}{x}$ แล้ว $f'(x)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $\frac{x}{2^3}$

ข. $\frac{2}{x^3}$

ค. $\frac{2}{x}$

ง. $\frac{2x}{x^3}$

4. จงหาอนุพันธ์อันดับที่ 3 ของฟังก์ชัน $f(x) = x^4 - 3x^3 + 2x^2 + x - 6$

ก. $f'''(x) = 24x - 18$

ข. $f'''(x) = 25x - 18$

ค. $f'''(x) = 27x - 18$

ง. $f'''(x) = 29x - 18$

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

ก. $y'' = 384(4x+1)^2$

ข. $y'' = 387(5x+1)^2$

ค. $y'' = 392(3x+1)^2$

ง. $y'' = 394(2x+1)^2$

ข้อใดไม่ทำข้อสอบหะควิบ...แล้วห้กเริ่จะประสบควมลำนเวจ

เฉลยคำถามประเมินความรู้ ชุดที่ 12

เรื่อง อนุพันธ์อันดับสูง

- 1. ก
- 2. ง
- 3. ข
- 4. ก
- 5. ง

เกณฑ์การประเมิน

จำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก	เกณฑ์การประเมิน	แนวทางในการปฏิบัติในขั้นต่อไป
4-5 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดีมาก	อ่านชุดต่อไปได้
3 ข้อ	นักเรียนเข้าใจดี	อ่านซ้ำชุดเดิมและทำความเข้าใจในข้อที่นักเรียนทำผิดจนเข้าใจ
0-2 ข้อ	ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม	ควรปรึกษาครูเพื่อให้ครูอธิบายและทำความเข้าใจให้ได้มากที่สุดแล้วจึงจะศึกษาบทเรียนโปรแกรมในชุดต่อไป