

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิเคราะห์แบบสอบเพื่อใช้ทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผลการวิเคราะห์แบบสอบทั้งฉบับ จำนวน 85 ข้อ ปรากฏว่าแบบสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.84 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 2 และรายละเอียดการคำนวณหน้า 228 ในภาคผนวกค) และผู้วิจัยได้เลือกแบบสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 3 ในภาคผนวก) ผู้วิจัยได้นำแบบสอบที่เลือกไว้แล้วไปทดลองหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าแบบสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.71 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 4 และรายละเอียดการคำนวณหน้า 234 ในภาคผนวกค) แสดงว่าแบบสอบมีความเชื่อถือได้

การทดลองชั้นหนึ่งคน

1. การทดลองครั้งแรกที่หนึ่ง

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มี 255 กรอบ 750 คำตอบ

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนใคร่รอยละ 20

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมดูกร้อยละ 88.40

ทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนใคร่รอยละ 86

และใช้เวลาในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 5 ชั่วโมง 52 นาที

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความ

ชัดเจนของภาษา ลำดับขั้นของเนื้อหาวิชา วิธีการเสนอความรู้ การตั้งคำถาม ตลอดจน
ถึงการตัดกรอบที่ไม่จำเป็นออก และเพิ่มกรอบบางกรอบเมื่อเห็นสมควร

2. การทดลองครั้งที่สอง

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มี 258 กรอบ 764 คำตอบ

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนไครอยละ 18

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมดูกรอยละ 94.20

ทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนไครอยละ 92

และใช้เวลาในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 5 ชั่วโมง 46 นาที

เมื่อทดลองเสร็จแล้วผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้ง โดยแก้ไขข้อความ

ในบางกรอบ เพิ่มบางกรอบ และปรับปรุงแก้ไขบางกรอบให้ดียิ่งขึ้น ปรากฏว่าเมื่อแก้ไขแล้ว

จำนวนกรอบเพิ่มเป็น 262 กรอบ 813 คำตอบ

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไขในการทดลองชั้นหนึ่งคน

กรอบที่ 111

กรณเดิม

111 ประพจน์ "ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตก แล้วเวลาที่กรุงเทพฯ ช้ากว่า
ที่กรีนิช 7 ชั่วโมง" มีค่าความจริงเป็น _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

111 พิจารณาประพจน์ "ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตก แล้วดวงอาทิตย์ตกทาง
ทิศตะวันออก"
ถ้าให้ p แทน "ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก" จะเห็นว่า p มีค่าความจริง
เป็น _____
และ q แทน "ดวงอาทิตย์ตกทางทิศตะวันออก" จะเห็นว่า q มีค่าความจริง
เป็น _____
ดังนั้น $p \rightarrow q$ แทน "ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตก แล้วดวงอาทิตย์
ตกทางทิศตะวันออก" จะมีค่าความจริงเป็น _____

สาเหตุที่แก้ไข นักเรียนตอบผิดเพราะไม่ทราบว่า "เวลาที่กรุงเทพฯ ช้ากว่ากรีนิช
7 ชั่วโมง" เป็นจริงหรือเท็จ และเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบใดถูกตรงกัน

กรอบที่ 112

กรอบเดิม

112 ประพจน์ "ถ้า $2+3 = 5$ แล้ว $3+5 = 8$ " มีค่าความจริงเป็น _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

112 พิจารณาประพจน์ "ถ้า $2+3 = 5$ แล้ว $3+5 = 8$ "

ถ้าให้ p แทน " $2+3 = 5$ " จะเห็นว่า p มีค่าความจริงเป็น _____

และ q แทน " $3+5 = 8$ " จะเห็นว่า q มีค่าความจริงเป็น _____

ดังนั้น $p \rightarrow q$ แทน "ถ้า $2+3 = 5$ แล้ว $3+5 = 8$ " มีค่าความจริงเป็น _____

ผู้จัดทำแก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนรู้จักวิธีคิดและตอบคำถามในกรอบได้
ถูกต้องตรงกัน

กรอบที่ 195 และ 196 แยกจากรอบเดิมเป็น 2 กรอบ
กรอบเดิม



พิจารณาประโยค "เขาไปไหน" ซึ่งมี "เขา" เป็นตัวแปร ประโยคนี้ไม่เป็น
ประโยคเปิด และไม่ใช่อประพจน์ เพราะถ้าแทน "เขา" ด้วย "นายแดง" จะได้
ประโยคใหม่คือ "นายแดงไปไหน" ซึ่งบอกไม่ได้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ
ดังนั้นจากประโยค "เขาเรียนคณิตศาสตร์เพื่ออะไร" จึงไม่เป็น
และไม่เป็น _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

195 พิจารณาประโยค "เขาไปไหน" ประโยคนี้ไม่เป็นประพจน์ เพราะ

196 จากกรอบที่ 195 ประโยค "เขาไปไหน" มี "เขา" เป็นตัวแปร แต่ไม่เป็น
ประโยคเปิด เพราะถ้าแทน "เขา" ด้วย "นายแดง" จะได้ประโยคใหม่
คือ "นายแดงไปไหน" ซึ่งบอกไม่ได้ว่าจริงหรือเท็จ
จากประโยค "y เรียนคณิตศาสตร์เพื่ออะไร"
ประโยคนี้มี _____ เป็นตัวแปร แต่ประโยคนี้ _____
(เป็น/ไม่เป็น)
ประโยคเปิด และ _____ ประพจน์
(เป็น/ไม่เป็น)

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการเน้นให้นักเรียนเข้าใจความหมายของประโยคเปิด
และตอบคำถามในกรอบ ต่อไปนี้ถูกต้อง

กรอบที่ 199, 200 และ 201 เป็นกรอบที่เพิ่ม

199 ประโยค "เธอมาทักใคร" ประโยคนี้ _____
 (เป็น/ไม่เป็น)
 ประโยคเปิด และ _____ ประพจน์
 (เป็น/ไม่เป็น)

200 ประโยค " $x^2 - 2x \neq 24$ " _____
 (เป็น/ไม่เป็น)
 ประโยคเปิด และ _____ ประพจน์
 (เป็น/ไม่เป็น)

201 ประโยค "x อยู่ไหน" มี _____ เป็นตัวแปร
 ประโยคนี้ _____ ประโยคเปิด และ _____ ประพจน์
 (เป็น/ไม่เป็น) (เป็น/ไม่เป็น)

สาเหตุที่เพิ่มกรอบทั้ง 3 นี้เพื่อต้องการให้นักเรียนสรุป และตอบคำถามในกรอบที่
 203 ได้อย่างชัดเจน

การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ไร้ทดลองครั้งนี้มี 262 กรอบ 813 คำตอบ

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนใ้ร้อยละ 25.8

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมใ้เฉลี่ยร้อยละ 92.39

ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนใ้เฉลี่ยร้อยละ 90.20

และใ้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเฉลี่ย 6 ชั่วโมง 8 นาที

(ดูรายละเอียดการทดลองชั้นกลุ่มเล็กใ้จากตารางที่ 5 ในภาคผนวก ค.)

หลังจากทดลองชั้นกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยใ้พิจารณาปรับปรุ้แก้ไขบทเรียนใ้ครั้ง
โดยการเพิ่มกรอบ แก้ไขข้อความใ้กรอบ เมื่อแก้ไขบทเรียนใ้เรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่า
จำนวนกรอบเพิ่มเป็น 266 กรอบ และจำนวนคำตอบลดลงเหลือ 787 คำตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไขหลังจากทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

กรอบที่ 93

กรอบเดิม

93 พิจารณาประพจน์ " $\sqrt{9} = 3$ และ $\sqrt{9} = -3$ "
 ถ้าให้ p แทน " $\sqrt{9} = 3$ " จะเห็นว่า p มีค่าความจริงเป็น _____
 และ q แทน " $\sqrt{9} = -3$ " จะเห็นว่า q มีค่าความจริงเป็น _____
 ดังนั้น $p \wedge q$ แทน " $\sqrt{9} = 3$ และ $\sqrt{9} = -3$ " ซึ่งมีค่าความจริงเป็น _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

93 พิจารณาประพจน์ "เดือนมกราคม มี 31 วัน และเดือนกุมภาพันธ์ มี 30 วัน"
 ถ้าให้ p แทน "เดือนมกราคม มี 31 วัน" จะเห็นว่า p มีค่าความจริงเป็น _____
 และ q แทน "เดือนกุมภาพันธ์ มี 31 วัน" จะเห็นว่า q มีค่าความจริงเป็น _____
 ดังนั้น $p \wedge q$ แทน "เดือนมกราคม มี 31 วัน และเดือนกุมภาพันธ์ มี 30 วัน"
 ซึ่งมีค่าความจริงเป็น _____

สาเหตุที่แก้ไข เพราะมีนักเรียนส่วนมากตอบผิด เนื่องจากจำความรู้เดิมที่เรียน
 ผ่านมาแล้วไม่ได้ และเพื่อให้ให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

กรอบที่ 101

กรอบเดิม

101 พิจารณาประพจน์ " π เป็นจำนวนตรรกยะหรือเป็นเศษส่วน"

ถ้าให้ p แทน " π เป็นจำนวนตรรกยะ" จะเห็นว่า p มีค่าความจริงเป็น _____

และ q แทน " π เป็นเศษส่วน" จะเห็นว่า q มีค่าความจริงเป็น _____

ดังนั้น $p \vee q$ แทน " π เป็นจำนวนตรรกยะหรือเป็นเศษส่วน" มีค่าความจริงเป็น _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

101 พิจารณาประพจน์ " 2 เท่ากับ 3 หรือ 2 มากกว่า 3 "

ถ้าให้ p แทน " 2 เท่ากับ 3 " จะเห็นว่า p มีค่าความจริงเป็น _____

และ q แทน " 2 มากกว่า 3 " จะเห็นว่า q มีค่าความจริงเป็น _____

ดังนั้น $p \vee q$ แทน " 2 เท่ากับ 3 หรือ 2 มากกว่า 3 " มีค่าความจริงเป็น _____

สาเหตุที่แก้ไข เพราะนักเรียนจำความรู้เดิมไม่ได้ และเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบโคจรถูกต้อง

กรอบที่ 178

กรอบเดิม

178 ตัวอย่าง จงใช้ตารางแสดงค่าความจริงตรวจสอบว่า
 $(p \wedge q) \rightarrow r$ สมมูลกับ $p \rightarrow (q \rightarrow r)$ หรือไม่

p	q	r	$p \wedge q$	$(p \wedge q) \rightarrow r$	$q \rightarrow r$	$p \rightarrow (q \rightarrow r)$
T	T	T				
T	T	F				
T	F	T				
T	F	F				
F	T	T				
F	T	F				
F	F	T				
F	F	F				

ข้อที่ 5 และข้อที่ 7 มีค่าความจริง _____ กรณีใดกรณี
 (เหมือนกัน/ไม่เหมือนกัน)

ดังนั้น $(p \wedge q) \rightarrow r$ _____ กับ $p \rightarrow (q \rightarrow r)$

กรอบที่แก้ไขแล้ว

178 ตัวอย่าง จงใช้ตารางแสดงค่าความจริงตรวจสอบว่า
 $(p \wedge q) \rightarrow r$ สมมูลกับ $p \rightarrow (q \rightarrow r)$ หรือไม่

p	q	r	$p \wedge q$	$(p \wedge q) \rightarrow r$	$q \rightarrow r$	$p \rightarrow (q \rightarrow r)$
T	T	T	T	T	T	T
T	T	F	T	F	F	F
T	F	T	F	T	T	T
T	F	F	F	T	T	T
F	T	T	F	T	T	T
F	T	F				
F	F	T				
F	F	F				

ของที่ 5 และของที่ 7 มีค่าความจริง _____ กรณีต่อกรณี

(เหมือนกัน/ไม่เหมือนกัน)

ดังนั้น $(p \wedge q) \rightarrow r$ _____ กับ $p \rightarrow (q \rightarrow r)$

(สมมูล/ไม่สมมูล)

สาเหตุที่แก้ไข เชื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบใดถูกต้องมากยิ่งขึ้น

กรอบที่ 264 และ 266 เป็นกรอบที่เพิ่ม

264 ประโยค $\forall x [x+2 = 0]$ เมื่อกำหนดเอกภพสัมพัทธ์เท่ากับ $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$ มีค่าความจริงเป็น _____

266 ประโยค $\exists x [x+3 = 2]$ เมื่อกำหนดเอกภพสัมพัทธ์เท่ากับ $\{2, 3, 4\}$ มีค่าความจริงเป็น _____

สาเหตุที่เพิ่มกรอบเหล่านี้ เพื่อย้ำความเข้าใจถึงการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวลบบอกปริมาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองภาคสนาม ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนโคเจลิยรอยละ 18.74

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจลิยรอยละ 96.90 (ดูรายละเอียดจากการคำนวณ หน้า 244 ในภาคผนวก ค.)

และทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนแลวโคเจลิยรอยละ 82.88

จากผลการทดลองภาคสนาม แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องตรรกศาสตร์ เมืองตน มีประสิทธิภาพ 96.90 / 82.88

จากมาตรฐาน 90/90 ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดเป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนนี้ ซึ่งมีความหมายว่า

90 ตัวแรก คือ รอยละของคะแนนที่นักเรียนโคเจลิย ตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจลิย

90 ตัวหลัง คือ รอยละของคะแนนที่นักเรียนโคเจลิย ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนโคเจลิย

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแล้วจึงสรุปได้ว่า คะแนนการทำบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90 ตัวแรกที่กำหนดไว้ แต่คะแนนทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบที่ใช้ในการวิจัย

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบทั้งฉบับ จำนวน 50 ข้อ ที่ใช้ในการวิจัย ปรากฏว่าแบบสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.76 (ดูรายละเอียดจากรายที่ 6 และรายละเอียดการคำนวณจากหน้า 238 ในภาคผนวก ค.)

การวิเคราะห์หาความก้าวหน้าในการเรียนหลังการเรียนบทเรียน

จากตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในการทำแบบสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก โคข้อมูลสำหรับนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

$$\text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนบทเรียน } (\sum x_1) = 937$$

$$\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนบทเรียน } (\sum x_2) = 4144$$

$$\text{ผลรวมของคะแนนความก้าวหน้า } (\sum d) = 3207$$

$$\text{และ } \sum d^2 = 106657.$$

นักเรียนทั้งหมดจำนวน 100 คน

(ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 7 ในภาคผนวก ก.)

สมมุติฐาน : คะแนนการสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนไม่แตกต่างกัน

$$\begin{aligned} z &= \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}} \\ &= \frac{3207}{\sqrt{\frac{100(106657) - (3207)^2}{100-1}}} \\ &= \frac{3207}{\sqrt{\frac{10665700 - 10284849}{99}}} \\ &= \frac{3207}{\sqrt{3846.9798}} \\ &= \frac{3207}{62.024} \\ &= 51.7058 = 51.71 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 $z = 2.58$ แต่ ที่ได้จากการคำนวณ 51.71
มากกว่า 2.58 ดังนั้น คะแนนการสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
นั่นคือ สรุปได้ว่าในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรก-
ศาสตร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 96.90/82.88 ซึ่งบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุต่อไปนี้

1. เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม อาจตื่นเต้น และพะวงในการหาคำตอบในบทเรียนจนล้มล้างคัมของการเรียนรู้เนื้อหา
2. การที่นักเรียนต้องเรียนบทเรียนวันละ 55 นาที เป็นเวลาหลายวันติดต่อกัน อาจทำให้ความคิดไม่ต่อเนื่องกัน จึงมีผลทำให้มโนทัศน์ที่ได้ไม่ชัดเจน
3. เนื่องจากการกำหนดเวลาให้นักเรียนในวันหนึ่ง ๆ เป็นการเร่งรัดนักเรียนมากเกินไป บางครั้งนักเรียนไม่พร้อมที่จะเรียน จึงทำให้นักเรียนขาดความสนใจ
4. เนื่องจากระยะเวลาที่ทดลองภาคสนาม เป็นระยะที่นักเรียนมีกิจกรรมหลายอย่าง เช่น กีฬา การสอบประจำวิชา และใกล้สอบปลายภาคเรียน จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจเรียน และบางคนไม่มีความพร้อมในการสอบ
5. นักเรียนไม่มีเวลาทบทวนบทเรียน เมื่อเรียนจบบทเรียนนักเรียนก็ต้องสอบทันที
6. นักเรียนขาดความตั้งใจทำแบบสอบ เพราะไม่ได้ถือเป็นคะแนนสอบ
7. นักเรียนที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม และมีความสามารถไม่เท่ากัน นักเรียนบางคนเก่งและบางคนอ่อน ดังนั้น จึงเป็นการยากที่จะทำให้นักเรียนทำแบบสอบหลังการ เรียนบทเรียนได้เฉลี่ยถึง 90%
8. แบบสอบที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์มาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตชั้นปีที่ 1 ในมหาวิทยาลัย และเรียนเนื้อหาวิชามากกว่า จึงอาจทำให้แบบสอบที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้ในการวิจัยบางข้อยากเกินไป และแบบสอบนั้นบางข้อต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ใหม่ที่นักเรียนเรียนไปแล้ว ซึ่งนักเรียนบางคนอาจลืม จึงทำแบบสอบไม่ได้
9. จากการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยสังเกตพบว่านักเรียนที่ทำแบบสอบได้คะแนนดี เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง และปานกลางเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น ถ้านำบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนดังกล่าวก็จะได้ตามเกณฑ์ 90/90 อย่างแน่นอน แต่ถ้านักเรียนถนัดกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ควรจะใช้เกณฑ์เพียง 90/80

ผลการทำแบบสอบถามหลังการ เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐานไม่มากนัก จำนวนที่เรียนนี้ไปแก้ไขปรับปรุงอีกเล็กน้อย และนำไปทดลองกับนัก- เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ในช่วงระยะเวลาที่นักเรียนสามารถให้ความสนใจได้เต็มที่ แล้ว ก็จะโคบทเรียนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ตามที่ต้องการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย