



ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์แบบสอบถามรับทดสอบก่อนและหลังการเรียนจากชุดการสอน

ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเรื่องเชื้อเพลิงที่มีจำนวน 60 ข้อ ปรากฏว่า แบบสอบถามมีความเชื่อมั่น 0.88 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 1 และรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวกข) หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามข้อที่มีค่าระดับความยากง่ายไม่อยู่ในเกณฑ์ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .20 และนำไปทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามในครั้งที่ 2 นี้ ปรากฏว่า แบบสอบถามมีความเชื่อมั่น 0.89 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก.ข) ฉะนั้นจึงนำแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขมาใช้ในการวิจัย

2. ผลการทดลอง

การทดลองชั้นหนึ่งครั้งนี้เป็นการทดลองให้นักเรียนเรียนจากชุดการสอนตาม เลกต์ภาพเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขให้ดีขึ้น ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนทำแบบสอบถามเรียนได้ร้อยละ 23.33 ทำแบบฝึกหัดทบทวนได้ร้อยละ 91.49 และทำแบบสอบถามหลังการเรียนได้ร้อยละ 88.33

หลังการทดลองในชั้นนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนบางตอน เช่น เพิ่มรายละเอียดของเนื้อหาในชุดการสอน เพิ่มกรอบของสไลด์ และบันทึกเสียงใหม่ ปรับปรุงแบบฝึกหัด แก้ไขจำนวนและภาษาในแบบฝึกหัด รายละเอียดดังที่แก้ไขมีดังนี้

หน่วยที่ 1 บันทึกเสียงใหม่ เนื่องจากจังหวะในการเปลี่ยนภาพสไลด์ไม่พอดีกับเสียง

หน่วยที่ 2 เพิ่มเกมกรอบใบตมเรียนแบบโปรแกรมทอจากกรอบที่ 2 ว่า

ถ้าเซต B แทนเซตของชื่อวันในรอบสัปดาห์  
สมาชิกของเซต B มี \_\_\_\_\_ ตัว

สาเหตุที่เพิ่มเกมเพื่อให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น  
และแก้ไขกรอบที่ 22

ถ้า  $N = \{t/t \text{ เป็นทศนิยมที่อยู่ระหว่าง } 1 \text{ และ } 2\}$   
N เป็นเซตไม่จำกัดเพราะ \_\_\_\_\_ สมาชิกตัวสุดท้ายได้

กรอบที่แก้ไขแล้ว

ถ้า  $N = \{t/t \text{ เป็นทศนิยมที่อยู่ระหว่าง } 1 \text{ และ } 2\}$   
N เป็นเซตไม่จำกัดเพราะ \_\_\_\_\_ หากสมาชิก  
ตัวสุดท้ายได้ (สามารถ, ไม่สามารถ)

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อให้ักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ 3 เพิ่มเดิมกรอบในบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องสับเซตและเซตเอกพจน์จาก  
กรอบที่ 13 ว่า

จากข้อ 13 เซต  $P$  และเซต  $Q$  มีความสัมพันธ์กันเช่นไร ?

ก)  $P \subset Q$                       ข)  $Q \subset P$

สาเหตุที่เพิ่มเติม เพื่อให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น  
และแก้ไขคำตั้งในแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 ที่ว่า

1. จงสังเกตดูว่า เซตคู่ใดเป็นสับเซตกันบ้างระหว่างเซตใน  
คอลัมน์ทางซ้ายมือและขวามือ และจงนำตัวอักษรในคอลัมน์ทาง  
ซ้ายมือมาใส่หน้าชื่อในคอลัมน์ทางขวามือพร้อมทั้งเขียนสัญลักษณ์  
แสดงให้ถูกต้อง

แก้ไขเป็น

1. จงนำตัวอักษรที่อยู่ในคอลัมน์ทางซ้ายมือมาใส่หน้าชื่อใน  
คอลัมน์ทางขวามือ ในกรณีที่เซตทั้งสองมีความสัมพันธ์เป็น  
สับเซตกัน

สาเหตุที่แก้ไข เพราะมีคำสั่งหลายอย่างทำให้นักเรียนสับสน

หน่วยที่ 4 แก้ไขคำถามที่อยู่ในกล่องอุปกรณืใบที่ 2 และ 4 จากเดิมที่ว่า

สมาชิกในเซต  $A$  และเซต  $B$  สามารถจับคู่กันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง  
ได้หรือไม่

แก้ไขเป็น

สมาชิกในเซต A สามารถจับคู่สมาชิกในเซต B ได้ครบคู่กัน  
พอดีหรือไม่

สาเหตุที่แก้ไข เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจภาษาและส่วนที่ว่า "จับคู่กัน  
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง"

หน่วยที่ 5 บัณฑิตเชียงใหม่ เนื่องจากจังหวะในการ เปลี่ยนภาพสไลด์ไม่พอดีกับเสียง

การทดลองขั้น 5 คน หลังจากที่ได้ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนที่ได้ทดลองใน  
ขั้นหนึ่งจนแล้ว จึงนำชุดการสอนมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 5 คน ปรากฏผลดังนี้

นัก เรียนทำแบบสอบก่อน เรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	24.33
ทำแบบฝึกหัดทบทวนหลังการ เรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	94.04
ทำแบบสอบหลัง เรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	92.53

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนอีกครั้งหนึ่ง โดยแก้ไขคำอธิบายในเทปบันทึกเสียงบางตอน และทำสไลด์เพิ่มเติม

ตัวอย่างสิ่งที่แก้ไขมีดังนี้

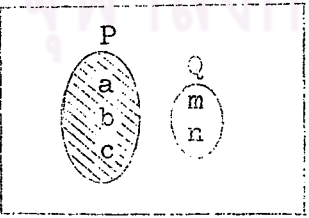
หน่วยที่ 5 แก้ไขคำอธิบายสไลด์จากเดิมที่ว่า

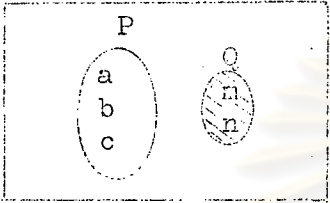
ภาพ	เสียง
ผลทางของ A เมื่อเทียบกับ B เขียนแทนด้วย $A - B$	ผลทางของ A เมื่อเทียบกับ B หรือ $A \cap B$ หมายถึง เซตที่ประกอบด้วยสมาชิกของ เซต A ที่ไม่ใช่สมาชิกของ เซต B

แก้ไขเฉพาะคำอธิบายเป็น

ผลต่างของ A เมื่อเทียบกับ B หรือ  $A \ominus B$  หมายถึง เซตซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่อยู่ในเซต A และสมาชิกแต่ละตัวเหล่านั้นจะต้องไม่อยู่ในเซต B

และเพิ่มเติมตัวอย่างโดยทำสไลด์ประกอบเสียงในเรื่องนี้คือ ดังนี้

ภาพ	เสียง
$P = \{a, b, c\}$ $Q = \{m, n\}$ $P-Q = \{a, b, c\}$ $Q-P = \{m, n\}$	<p>ถ้าเซต P เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิก a, b, c และเซต Q เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิก m, n ฉะนั้น ผลต่างของ P เมื่อเทียบกับ Q หรือ P ลบ Q จะเป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิก a, b, c เพราะสมาชิกที่อยู่ในเซต P ทุกตัวไม่มีตัวใดเลยที่อยู่ในเซต Q</p> <p>ทำนองเดียวกันผลต่างของ Q เมื่อเทียบกับ P หรือ Q ลบ P จะเป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิก m, n</p>
 <p>ส่วนที่ระบายสีชมพูคือ <math>P-Q</math></p>	<p>นี่คือแผนภาพเวเนนที่แสดงถึงผลต่างของ P เมื่อเทียบกับ Q ส่วนที่ระบายสีชมพู ก็คือผลต่างของ P เมื่อเทียบกับ Q หรือ P ลบ Q</p>

ภาพ	เสียง
 <p data-bbox="284 741 644 792">ส่วนที่ระบายสีเขียวคือ Q-P</p>	<p data-bbox="727 475 1335 661">นี่คือแผนภาพเวนน์ที่แสดงถึงผลต่างของ Q เมื่อเทียบกับ P ส่วนที่ระบายสีเขียว ก็คือผลต่างของ Q เมื่อเทียบกับ P หรือ Q ลบ P</p>

#### การทดลองภาคสนาม ปรากฏผลการทดลองดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	25.67
ทำแบบฝึกหัดทบทวนหลังเรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	92.55
และทำแบบสอบหลังเรียนจากชุดการสอนได้เฉลี่ยร้อยละ	89.08

(ดูรายละเอียดตารางที่ 4 และรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวกข.)

จากผลการทดลองภาคสนาม แสดงว่าชุดการสอนตามเอกภักภาพวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาที่ดัดแปลงขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 92.55/89.08 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้ ปรากฏว่านักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนได้ถูกต้องสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 90 ตัวแรก และทำแบบสอบหลังเรียนได้ถูกต้องต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 90 ตัวหลัง แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับว่า ชุดการสอนนี้มีประสิทธิภาพตามข้อตกลงเบื้องต้นที่อาจจะมี ความผิดพลาดได้ประมาณ 2.5% นั่นคือ ชุดการสอนตามเอกภักภาพนี้มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวแรก และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหลัง

จากผลการทดลองทั้ง 3 ครั้ง พอจะสรุปเปรียบเทียบเป็นตารางได้ดังนี้ คือ

การทดลอง	ทำแบบสอบก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ	ทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ	แบบสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ
ชั้น 1 คน	23.33	91.49	88.33
ชั้น 5 คน	24.33	94.04	92.33
ชั้นภาคสนาม	25.67	93.55	89.08

### 3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบที่นำมาใช้ในการวิจัย

เมื่อนำแบบสอบทั้งฉบับ จำนวน 60 ข้อ ที่ใช้ในการวิจัยมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่งหลังจากการทดลองภาคสนาม ปรากฏว่า แบบสอบมีความเชื่อมั่นเป็น 0.69 (ดูรายละเอียดตารางที่ 5 และรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ข) ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้

### 4. การหาความก้าวหน้าในการเรียนหลังจากใช้ชุดการสอนตามเอกัตภาพ

จากผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนของแบบสอบก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอนตามเอกัตภาพ โดยตั้งสมมุติฐานว่า คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอนตามเอกัตภาพไม่แตกต่างกัน

จากการหาค่า  $t$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.01$ ,  $t = 2.58$  แต่ค่า  $t$  ซึ่งได้จากการคำนวณเท่ากับ  $40.65$  ซึ่งมีความมากกว่า  $2.58$  ดังนั้น คะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า ชุดการสอนตามเอกัตภาพนี้ ทำให้

นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

### การอภิปรายผลการวิจัย

เนื่องจากผลการวิจัยชุดการสอนตามเอกภพวิทยาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 92.55/89.08 ถึงแม้จะยอมรับว่า ชุดการสอนนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ตามที่กำหนดไว้ก็ตาม แต่เกณฑ์ที่ได้ตัวหั่งก็ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานบ้างเล็กน้อย ซึ่งอาจจะมีส่วนเนื่องมาจาก

1. กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่สาม ซึ่งไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ระยะเวลาที่ทำการทดลองอยู่ในช่วงจำกัด และเป็นระยะที่ใกล้สอบไล่ประจำภาคปลาย อาจจะทำให้ นักเรียนขาดความตั้งใจในการเรียน ซึ่งทำให้ นักเรียน เรียนรู้เพื่อหาไม่ได้สมบูรณ์นัก และนักเรียนก็ไม่มีเวลาที่จะทบทวนเนื้อหาด้วย
3. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยใช้ชุดการสอนตามเอกภพวิทยามาก่อน
4. เนื้อหาที่ใช้ทำการทดลองไม่ได้อยู่ในหลักสูตรที่นักเรียนจะต้องเรียน ซึ่งจะมีผลต่อคะแนนสอบของนักเรียน

ถึงอย่างไรก็ตาม ผลการทดลองก็นับว่าอยู่ในขั้นดีพอสมควร ถ้าหากมีการแก้ไขชุดการสอนบ้างเล็กน้อย และนำไปทดลองกับตัวอย่างประชากรตรงตามวัตถุประสงค์แล้ว ก็คาดว่า ชุดการสอนนี้อาจจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ก็เป็นไปได้