

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

การทดลองชิ้นหนึ่งต่อไปนี้

1. การทดลองครั้งที่หนึ่ง

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 187 กรอบ 253 คำถาม
 นักเรียนใช้เวลาในการเรียนบทเรียน 3 ชั่วโมง 30 นาที
 ทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 44
 ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.65
 ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 94

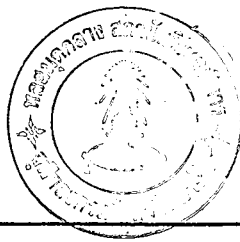
จากการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในด้านความชัดเจนของ
 ภาษา ลำดับชั้นของเนื้อหาวิชา การเสนอข้อความรู้ การวางรูปแบบของกรอบและได้สร้าง
 กรอบบางกรอบเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนต่อเนื่องกันมากขึ้น ตัวอย่าง
 กรอบที่แก้ไขและปรับปรุง

กรอบที่ 31

กรอบเดิม

ระหว่างท่าข้ามฝั่งแม่น้ำมีเรือยนต์ข้ามฟากแม่น้ำอยู่ 3 ลำ ผู้โดยสาร
 คนหนึ่ง จะข้ามฟากไป-กลับได้กี่วิธี ถ้ากำหนดว่า
 ก. ลงเรือไป-กลับไม่ให้ข้ามลำกันมี.....วิธี
 ข. ลงเรือไป-กลับข้ามลำกันได้ มี.....วิธี

สาเหตุที่แก้ไข เนื่องจากกรอบนี้ยากเกินไป นักเรียนยังไม่ได้หลักการคิด จึงปรับปรุง
 เป็น 2 กรอบดังนี้



มีเรือยนต์ข้ามฟากแม่น้ำ 3 ลำ ผู้โดยสารคนหนึ่งจะลงเรือไป-กลับ โดยไม่ให้ซ้ำลำกันได้กี่วิธี

จำนวนวิธีที่จะลงเรือข้ามฟากแม่น้ำไป-กลับ โดยไม่ให้ซ้ำลำกัน แสดงด้วยตารางสี่เหลี่ยมดังนี้

3	2
---	---

ลงเรือ ไป กลับ

ดังนั้น จำนวนวิธีที่จะลงเรือไป-กลับ มี.....วิธี

และ

ถ้ากำหนดให้ การข้ามฟากไป-กลับลงเรือซ้ำลำได้ จะมีกี่วิธี จากวิธีคิดท่านเอง เกี่ยวกับข้างต้น นักเรียนจงเติมจำนวนวิธีของการลงเรือไป-กลับ ลงในตารางสี่เหลี่ยมข้างล่างนี้

--	--

ลงเรือ ไป กลับ

ดังนั้น จำนวนวิธีที่จะลงเรือไป-กลับมี.....วิธี

กรอบที่ 38

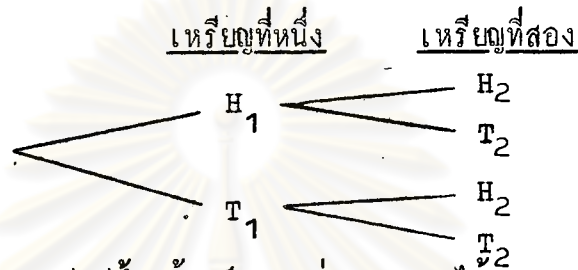
กรอบเติม

ในการทำข้อสอบถูกผิด 5 ข้อ จะได้แบบคำตอบต่าง ๆ กัน.....แบบ

สาเหตุที่แก้ไข เนื่องจากโจทย์ในกรอบนี้ยังไม่เคยสอนนำมาก่อน จึงทำให้นักเรียนคิดไม่ได้ หรือคิดได้ก็ต้องใช้เวลานาน ผู้วิจัยได้สร้างกรอบที่มีลักษณะเดียวกันนี้เพิ่มขึ้นอีก 4 กรอบเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามในกรอบนี้ ตัวอย่างกรอบที่เขียนเพิ่มเติมเป็นกรอบแรก

ในการโยนเหรียญแต่ละเหรียญ อาจขึ้นหน้าต่างๆกันได้ 2 แบบคือ ขึ้นหัว (head) หรือ ขึ้นก้อย (tail)

ดังนั้น ถ้าโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อมกัน (สมมติเป็น H_1, T_1 และ H_2, T_2) จะขึ้นหน้าเป็นแบบต่างๆกันได้ดังนี้



ดังนั้น จะมีวิธีขึ้นหน้าเป็นแบบต่างๆกัน นับได้.....วิธี

กรอบที่ 76

กรอบเดิม

จงเขียนสัญลักษณ์ชดช้อยต่อไปนี้ในรูปแฟคทอเรียล

ก. $P(12,7) = \dots\dots\dots$

ข. $P(7,5) = \dots\dots\dots$

แก้เป็น 2 กรอบดังนี้

จงเขียนสัญลักษณ์ชดช้อยต่อไปนี้ในรูปแฟคทอเรียล

$P(12,7) = \dots\dots\dots$

และ

จงเขียนสัญลักษณ์ชดช้อยต่อไปนี้ในรูปแฟคทอเรียล

$P(7,5) = \dots\dots\dots$

สาเหตุที่แก้ไข เพราะถ้านักเรียนทำข้อ ก ผิดก็ทำข้อ ข ผิดไปด้วย แต่ถ้าแยกเป็น 2 กรอบเมื่อนักเรียนทำกรอบแรกผิดก็จะมีเวลาได้แก้ตัวเมื่อทำกรอบต่อไป

กรอบที่ 89

กรอบเดิม

จำนวนวิธีของการจัดลำดับนักเรียน 3 คนยืนตามจุดที่กำหนดให้
3 จุด มี.....วิธี
หรือเขียนแทนด้วย $P(3,3) = \dots\dots\dots$ วิธี

กรอบที่แก้ไขแล้ว

จำนวนวิธีของการจัดลำดับนักเรียน 3 คนยืนตามจุดที่กำหนดให้
3 จุด มี.....วิธี
(รูปแฟคตอเรียล)
หรือเขียนแทนด้วย $P(3,3) = \dots\dots\dots$ วิธี
(รูปแฟคตอเรียล)

สาเหตุที่แก้ไข ในกรอบนี้ต้องการให้นักเรียนตอบในรูปของแฟคตอเรียลเพื่อจะนำเข้าสู่สูตรอีกสูตรหนึ่ง จึงต้องระบุ"รูปแฟคตอเรียล" ไว้ด้วยเพื่อไม่ให้ นักเรียนตอบเป็นอย่างอื่น

2. การทดลองครั้งที่สอง

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 191 กรอบ 257 คำถาม
นักเรียนใช้เวลาในการเรียนบทเรียน 3 ชั่วโมง 11 นาที
ทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 18
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 97
ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 98

จากการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในการทดลองครั้งแรก ทำให้การทดลองครั้ง
หลังนี้ได้ผลดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเช่นเดียวกับครั้งแรกอีกเล็กน้อยและได้

เพิ่มกรอบอีกบางกรอบ ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

กรอบที่ 34

กรอบเดิม

กำหนดตัวเลข 1,2,3,4,5,6 จะเขียนจำนวนที่มีสามหลัก โดยที่
ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกันได้กี่จำนวน
ดังนั้น จะเขียนจำนวนได้ทั้งหมด.....จำนวน

กรอบที่แก้ไขแล้ว

กำหนดตัวเลข 1,2,3,4,5,6 จะเขียนจำนวนที่มีสามหลัก โดยที่
ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกันได้กี่จำนวน
ดังนั้น จะเขียนจำนวนได้ทั้งหมด นับได้... X ... X ...= ...จำนวน

สาเหตุที่แก้ไข เนื่องจากกรอบก่อนนี้ได้สอนเรื่องนี้ไว้เพียงกรอบเดียว การที่จะให้นักเรียน
หาคำตอบในทันทีนั้นเป็นการยากเกินไป จึงควรจะมีการนำทางบ้าง

กรอบที่ 133

กรอบเดิม

จงหาจำนวนวิธีของการปลูกต้นไม้ 5 ต้น ซึ่งมีต้นไม้ชนิดเดียวกัน
4 ต้น ปลูกได้.....วิธี

กรอบที่แก้ไขแล้ว

จงหาจำนวนวิธีของการปลูกต้นไม้ 5 ต้น ซึ่งมีต้นไม้ชนิดเดียวกัน
4 ต้น จะปลูกได้ $\frac{\quad}{\quad}$ วิธี

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อนำทางให้นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ซึ่งจะนำไปสู่การ
สรุปเป็นกฎต่อไป

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เพิ่มกรอบอีก 2 กรอบคือ กรอบที่ 5 และกรอบที่ 106 เพื่อความสวยงามและเหมาะสมกับหน้ากระดาษ หลังจากที่ได้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในครั้งแล้ว บทเรียนฉบับนี้มีกรอบทั้งหมด 193 กรอบ

การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก (ดูตารางที่ 6 ในภาคผนวกประกอบ)

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 193 กรอบ 260 คำถาม นักเรียนใช้เวลาในการเรียนบทเรียนคิดโดยเฉลี่ย 4 ชั่วโมง 18 นาที ทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 4.2 ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 98.02 ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 91.2 เวลาเฉลี่ยที่นักเรียนใช้ทำบทเรียนต่อหนึ่งกรอบ 1.34 นาที

จากผลการทดลองชั้นกลุ่มเล็กนี้ นักเรียนสามารถทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 98.02 และทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 91.2 บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง"การจัดลำดับและการจัดหมู่" จึงมีประสิทธิภาพ 98.02/91.2 ซึ่งนับว่าเข้าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเหมาะสมและไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขในชั้นนี้อีก อย่างไรก็ตามก็ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกรอบบางกรอบในค่านเทคนิคของการพิมพ์เพื่อให้เป็นกรอบที่เหมาะสมกระทัดรัด เช่น กรอบที่ 15,21,23 เป็นต้น

การทดลองชั้นภาคสนาม

ผลจากการทดลองบทเรียนแบบโปรแกรมชั้นภาคสนามปรากฏดังนี้ (ดูตารางที่ 7 ในภาคผนวกประกอบ)

นักเรียนใช้เวลาในการเรียนบทเรียนคิดโดยเฉลี่ย 6 ชั่วโมง ทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 5.34

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 96.69

ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.84

นั่นคือ บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง"การจัดลำดับและการจัดหมู่" มีประสิทธิภาพ ภาพ 96.69/74.84

จากเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ผู้วิจัยยึดถือเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมในครั้งนี้ จึงสรุปได้ว่า

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง"การจัดลำดับและการจัดหมู่" มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐาน 90 ตัวแรก เพราะนักเรียนทำบทเรียนถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละสูงกว่า 90 แต่บทเรียนมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐาน 90 ตัวหลัง เพราะนักเรียนทำแบบสอบถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละต่ำกว่า 90

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนจากบทเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนจากบทเรียน
(ดูรายละเอียดในตารางที่ 8 ในภาคผนวก)

นักเรียน จำนวน100คน	คะแนนก่อน เรียนบทเรียน	คะแนนหลัง เรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า (s)	d ²
Σ	267	3,742	3,475	125,691
\bar{x}	2.67	37.42		
\bar{x} (%)	5.34	74.84		

สมมติฐาน: ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับ
ความมีนัยสำคัญ .01

$$z = 49.22$$

จากการคำนวณ

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 $z = 2.58$ แต่ z ที่ได้จากการคำนวณมากกว่า
2.58 ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัย-
สำคัญที่ระดับ .01

จึงอาจกล่าวได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้เรื่อง
"การจัดลำดับและการจัดหมู่" เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง

อภิปรายผล

จากเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ผู้วิจัยยึดถือเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนแบบ-
โปรแกรมที่สร้างขึ้น ซึ่งจากการทดลองได้ผลว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับ
และการจัดหมู่" มีประสิทธิภาพ 96.69/74.84 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง
"การจัดลำดับและการจัดหมู่" มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐาน 90 ตัวแรกเพราะนักเรียนทำ
บทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละสูงกว่ามาตรฐาน 90 แต่บทเรียนมีประสิทธิภาพต่ำกว่า
มาตรฐาน 90 ตัวหลังเพราะนักเรียนทำแบบสอบถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละต่ำกว่ามาตรฐาน
90 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. นักเรียนขาดความตั้งใจในการสอบ เพราะรู้ว่าคะแนนสอบที่ได้ไม่มีผลต่อการ
ได้ตกของนักเรียน
2. เนื้อหาเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" เป็นเรื่องค่อนข้างยาก ต้องอาศัย
การคิดคำนวณมาก และการใช้เวลาเฉพาะในห้องเรียนอ่านบทเรียนอย่างเคี้ยวอมไม่
เพียงพอ นักเรียนบางคนเมื่อคิดคำนวณไปได้เพียงเล็กน้อยหรือคิดไปแล้วเกิดคิดชักเล็กน้อย
น้อยๆก็ไม่พยายามคิดต่อไป จึงทำให้ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนได้ถ่องแท้
3. เวลาที่ใช้ทดลองบทเรียนเป็นระยะที่นักเรียนกำลังสอบกลางภาคเรียน จึงทำ
ให้นักเรียนต้องห่วงกับการสอบวิชาอื่นๆ

4. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยบทเรียนแบบนี้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้นในการเรียน มุ่งที่จะหาคำตอบถูกเพียงอย่างเดียวจนทำให้ลืมนึกถึงขั้นตอนของการเรียนและลืมหักสำคัญต่างๆไป

5. สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.84 นั้น ผู้วิจัยมีความพอใจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะแบบสอบที่ใช้นั้นมีมาตรฐานพอที่จะเชื่อถือได้ ดังนั้นในการสอบครั้งหนึ่งๆควรมีนักเรียนที่ทำคะแนนอยู่ในระดับปานกลางเป็นจำนวนมาก จึงไม่น่าเป็นไปได้ที่จะมีนักเรียนทำแบบสอบได้เฉลี่ยร้อยละ 90 ทุกคนไป

อนึ่ง ในการทดลองชั้นภาคสนามนี้ผู้วิจัยใช้เวลาทดลองถึง 6 ชั่วโมงซึ่งมากกว่าการทดลองชั้นกลุ่มเล็ก ทั้งนี้เพราะในการทดลองชั้นภาคสนามผู้วิจัยได้แยกการทดลองออกเป็นรายชั่วโมง (ดูตารางที่ 1 หน้า 48) ทำให้ต้องเสียเวลาในการแจกและเก็บบทเรียนโดยเฉพาะในตอนต้นและตอนปลายชั่วโมง เลยทำให้เวลาในการทดลองนานขึ้น

ถึงแม้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" จะมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐาน 90 ตัวหลังก็ตาม แต่จากผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ดังนั้นถ้าหากนำบทเรียนไปปรับปรุงอีกเล็กน้อย ผู้วิจัยเชื่อว่า บทเรียนนี้จะสัมฤทธิ์ผลตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย