



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษามัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง วิทยาลัยครูภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 บทมี 193 กรอบและมีคำถาม 260 คำถาม
2. แบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งเป็นแบบสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอ่านาจำแนกเหมาะสมและมีค่าความเชื่อมั่นสูง

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ซึ่งหมายความว่า ถ้านักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 90 และทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 90 แล้ว ถือว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" มีประสิทธิภาพ 96.69/74.84 นั่นคือ นักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 96.69 แสดงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน 90 ตัวแรก และนักเรียนทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.84 แสดงว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐาน 90 ตัวหลัง

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน บทเรียนแบบโปรแกรม ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเชื่อได้ว่า ผลจากการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การจัดลำดับและการจัดหมู่" ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการใช้บทเรียน
 - 1.1 หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้ว ควรมีการสรุปสูตรและกฎต่างๆให้นักเรียนอีกครั้งหนึ่ง
 - 1.2 ครูควรให้แบบฝึกหัดคู่บทเรียน เพื่อนักเรียนจะได้นำไปคิดนอกเวลาที่ใช้เรียนบทเรียน
2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป
 - 2.1 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลในการเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมกับการเรียนจากครูตามปกติในชั้นเรียน
 - 2.2 ควรมีการสร้างสมุดแบบฝึกหัดคู่บทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น
 - 2.3 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบถึงผลที่ได้จากการเรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการลงทุนในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมว่าคุ้มค่าหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีสอนอื่นๆ
 - 2.4 ควรส่งเสริมให้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
3. ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขกรอบบางกรอบ ดังต่อไปนี้

กรอบที่ 33 สมการแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1,3,5,7,9 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลัก โดยที่ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกันได้กี่จำนวน

วิธีคิดอาจทำได้ดังนี้

1. นับตัวเลขที่กำหนดให้ว่ามีกี่ตัว (5 ตัว)
2. ดูว่าต้องการจำนวนที่มีกี่หลัก (3 หลัก)
3. สร้างตารางสี่เหลี่ยมเท่าจำนวนหลักที่ให้หา (3 ตาราง)
4. หาจำนวนวิธีของการจัดลำดับตัวเลขในแต่ละหลักตามลำดับ ดังนี้

หลักที่หนึ่ง มีตัวเลข 5 ตัว จึงมีวิธีจัดลำดับ 5 วิธี

หลักที่สอง เหลือตัวเลข 4 ตัว จึงมีวิธีจัดลำดับ 4 วิธี

หลักที่สาม เหลือตัวเลขเพียง 3 ตัว จึงมีวิธีจัดลำดับ 3 วิธี

5. เติมจำนวนวิธีที่หาได้ ในตารางสี่เหลี่ยมดังนี้

5	4	3
---	---	---

หลักที่ หนึ่ง สอง สาม

จะเขียนได้ทั้งหมดX.....X..... =จำนวน

สาเหตุที่แก้ไข เพราะใช้ค่ายังไม่ชัดเจน

กรอบที่ 34 สมการแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1,2,3,4,5,6 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลัก โดยที่ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกันได้กี่จำนวน

ดังนั้น จะเขียนได้ทั้งหมดX.....X..... =จำนวน

สาเหตุที่แก้ไข เพราะใช้ค่ายังไม่ชัดเจน

กรอบที่ 35 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1, 3, 5, 7, 9 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลัก
ได้กี่จำนวน ถ้าตัวเลขในหลักทั้งสามซ้ำกันได้
นักเรียนสามารถใช้วิธีคิดแบบเดียวกับข้างต้น เพียงแต่ว่าในแต่ละหลัก
นั้น เราสามารถเขียนตัวเลขได้ทั้ง 5 ตัวเท่ากันดังนี้

5	5	5
---	---	---

หลักที่ หนึ่ง สอง สาม
จะเขียนได้X.....X..... =จำนวน

กรอบที่ 36 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1, 2, 3 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลักได้
กี่จำนวน ถ้าตัวเลขในหลักทั้งสามซ้ำกันได้
จะเขียนได้X.....X..... =จำนวน

กรอบที่ 37 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1, 2, 3, 4 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลัก
ได้กี่จำนวน ถ้ากำหนดว่า

- ก. ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกัน
จะเขียนได้.....จำนวน
- ข. ตัวเลขในหลักทั้งสามซ้ำกันได้
จะเขียนได้.....จำนวน

สาเหตุที่แก้ไขกรอบที่ 35, 36, 37 เพราะใช้คำยังไม่ชัดเจน

กรอบที่ 40 สมการแก้ไขดังนี้

ดังนั้น การโยนเหรียญ 3 เหรียญพร้อมกัน จะขึ้นหน้าเป็นแบบ
ต่างๆกันได้ $2 \times \dots \times \dots = \dots$ แบบ

สาเหตุที่แก้ไข เพราะนักเรียนทำกรอบนี้ถูกยังไม่ถึงมาตรฐาน 90 จึงควรที่จะชี้แนะเพื่อนำทางไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

กรอบที่ 45 สมการแก้ไขดังนี้

เมื่อ n แทนจำนวนนับใดๆ $n(n-1)(n-2)\dots(3)(2)(1)$
เป็นรูปการคูณของจำนวนนับจาก.....ไปถึง 1

กรอบที่ 47 สมการแก้ไขดังนี้

$n(n-1)(n-2)\dots(3)(2)(1)$ เขียนแทนด้วย.....
.....

กรอบที่ 52 สมการแก้ไขดังนี้

นิยาม $n!$ หมายถึงผลคูณของจำนวนนับตั้งแต่ 1 ถึง n
หรือเขียนแทนด้วย
 $n! = n(n-1)(n-2)\dots(3)(2)(1)$
ดังนั้น $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$
 $4! = \dots\dots\dots$

สาเหตุที่แก้ไขกรอบที่ 45, 47, 52 เพราะการเขียน "3.2.1" แทนการคูณกันของ 3, 2 และ 1 นั้นไม่ชัดเจน จึงต้องแก้ไขเป็น "(3)(2)(1)"

ข้อจากกรอบที่ 61 ควรสรุปกฎที่สำคัญๆไว้ดังนี้

กฎที่รวบรวมได้จากบทที่ 1 มีดังนี้

กฎข้อที่ 1 ในการทำงานสองอย่าง งานอย่างแรกทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรก จะทำงานอย่างที่สองได้ n_2 วิธี
จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้งสองอย่างมีทั้งหมด $n_1 n_2$ วิธี

กฎข้อที่ 2 ในการทำงาน k อย่าง เมื่อ n_1, n_2, \dots, n_k เป็นจำนวนวิธีทำงานที่เกี่ยวข้องกันของ งานอย่างหนึ่ง, งานอย่างที่สอง, ..., งานอย่างที k ตามลำดับ
จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้ง k อย่างมีทั้งหมด $n_1 n_2 n_3 \dots n_k$ วิธี

กรอบที่ 68 สมควรแก้ไขดังนี้

"การเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 2 หลักจากตัวเลข 3 ตัว" หรือ "การเรียงลำดับตัวอักษรครั้งละ 2 ตัวจากตัวอักษร 3 ตัว" เป็นเรื่อง การจัดลำดับ

ดังนั้น "การเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลักจากตัวเลข 3 ตัว" ก็เป็นเรื่อง.....ด้วย

กรอบที่ 74 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 5 ตัว จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 3 หลักได้กี่จำนวน ถ้าตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกัน

จำนวนที่มี 3 หลักที่ตัวเลขในหลักทั้งสามไม่ซ้ำกัน

นับได้ $5 \times \dots \times \dots$ จำนวน

หรือเขียนแทนด้วย $P(5,3) = 5 \times \dots \times \dots$ จำนวน

กรอบที่ 80 สมควรแก้ไขดังนี้

นักเรียนคงจำได้ว่า เมื่อกำหนดตัวเลข 2 ตัว คือ 2 และ 4 จะเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่มี 2 หลักได้ต่าง ๆ กันดังนี้ 24,..... ดังนั้น จำนวนที่ประกอบด้วยตัวเลข 2 ตัว มี.....จำนวน

กรอบที่ 81 สมควรแก้ไขดังนี้

เมื่อกำหนดตัวเลข 2 ตัว จะได้จำนวนที่มี 2 หลัก 2 จำนวน หรือเขียนแทนด้วย $P(2,2) = \dots\dots\dots$ จำนวน

กรอบที่ 82 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 1,2,3 จะได้จำนวนที่มี 3 หลักที่แตกต่างกัน คือ 123,.....,.....,.....และ 321

กรอบที่ 83 สมควรแก้ไขดังนี้

กำหนดตัวเลข 5,6,7 จะได้จำนวนที่มี 3 หลักที่แตกต่างกัน..... จำนวน คือ.....

กรอบที่ 84 สมควรแก้ไขดังนี้

"เมื่อกำหนดตัวเลขต่างกัน 3 ตัว จำนวนที่มี 3 หลักแตกต่างกันมี 6 จำนวน" เขียนแทนด้วย $P(3,3) = 6$ จำนวน หรือเขียนในรูปแฟกทอเรียลได้ $3 \times 2 \times 1 = 3!$ จำนวน ดังนั้น $P(3,3) = \dots\dots\dots$ จำนวน (รูปแฟกทอเรียล)



กรอบที่ 85 สมควรแก้ไขดังนี้

นักเรียนคงยังจำกฎข้อที่ 3 ได้ว่า $P(n,r) = \frac{n!}{(n-r)!}$ เมื่อ $r \leq n$ ดังนั้น จากสูตรนี้จะได้ว่า "จำนวนที่มี 3 หลักซึ่งประกอบด้วยตัวเลขต่างกัน 3 ตัว" หรือ $P(3,3) = \dots\dots\dots$ จำนวน

กรอบที่ 86 สมควรแก้ไขดังนี้

จาก "เมื่อกำหนดตัวเลขต่างกัน 3 ตัวจะได้จำนวนที่มี 3 หลักที่แตกต่างกัน 6 จำนวน" คำตอบ 6 อาจเขียนได้ในรูป

$$P(3,3) = \frac{3!}{(3-3)!} \quad \text{และ} \quad P(3,3) = 3!$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{3!}{(3-3)!} = 3!$$

$$\frac{3!}{0!} = 3!$$

$$0! = \dots\dots\dots$$

สาเหตุที่แก้ไขกรอบที่ 68, 74, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86 เพราะใช้คำไม่ชัดเจน

กรอบที่ 125 สมควรแก้ไขดังนี้

จากการจัดลำดับตัวอักษรที่ต่างกัน 2 ตัว ได้แก่ ก, ข จะได้ 2 แบบ คือ กข , ขก แต่ถ้าให้ ข, ข เหมือนกัน นักเรียนจะสังเกตได้ว่า แม้เราจะสลับลำดับตัวอักษรทั้งสองตัวนี้แล้ว เราก็ไม่สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างตัวอักษรที่เหมือนกันได้

ด้วยเหตุนี้ เราจึงถือว่าการจัดตัวอักษรทั้งสองแบบนี้เป็นวิธีเดียวกัน เขียนแทนด้วย ขข

ดังนั้น การจัดลำดับอักษรซ้ำกัน 2 ตัวคือ .ก,ก แสดงวิธีคิดได้ดังนี้ จัดลำดับตัวอักษร 2 ตัวครั้งละ 2 ตัวได้ $P(2,2) = 2!$

เนื่องจากซ้ำกัน 2 ตัว แต่ละวิธีซ้ำกันอยู่ 2! ครั้ง

\therefore การจัดลำดับตัวอักษรซ้ำกัน 2 ตัวมี $\frac{2!}{2!} = \dots\dots$ วิธีเขียนแทนด้วย...

กรอบที่ 126 สมควรแก้ไขดังนี้

จำนวนวิธีของการจัดลำดับตัวเลขซ้ำกัน 3 ตัวคือ 2, 2, 2 เขียนแทนด้วย.....แสดงวิธีทำได้เท่ากับ $\frac{3!}{3!} = \dots\dots\dots$ วิธี

กรอบที่ 127 สมควรแก้ไขดังนี้

ในการจัดลำดับสิ่งของที่เหมือนกันเป็นกลุ่มๆ แม้ว่าเราสลับลำดับสิ่งของที่เหมือนกันอย่างไรก็ตาม เรายังถือว่าเป็นการจัดลำดับ.....
.....เท่านั้น

ถ้าสิ่งของเหมือนกัน n สิ่ง จัดลำดับครั้งละ n สิ่งได้จำนวนวิธี $\frac{n!}{n!}$ วิธี

สาเหตุที่แก้ไขกรอบที่ 125, 126, 127 เพื่อปรับปรุงให้ต่อเนื่องกับกรอบข้างหลังซึ่งจะนำไปสู่การสรุปเป็นสูตรในกรอบที่ 139 ต่อไป

กรอบที่ 140 สมควรแก้ไขดังนี้

จำนวนวิธีที่จะจัดตัวเลขทั้ง 6 ตัวใน "505,502" เป็นจำนวนต่างๆกัน ได้กี่วิธี

วิธีคิดอาจทำตามลำดับดังนี้

1. นับตัวเลขใน "505,502" ว่ามีกี่ตัว (6 ตัว)
2. ดูว่ามีตัวเลขซ้ำกันกี่พยางค์กี่ตัว (ซ้ำกัน 2 พยางค์ละ 3 ตัว และ 2 ตัวตามลำดับ)
3. หาจำนวนวิธีจัดลำดับ โดยใช้สูตร (กฎข้อที่ 6) ดังนี้

จำนวนวิธีที่จะจัดตัวเลขทั้ง 6 ตัวเป็นจำนวนต่างๆกันมี

$$\frac{6!}{3! \cdot 2!} \quad \text{วิธี}$$

$$\text{หรือ } \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3!}{3! \times 2 \times 1} = \frac{6 \times 5 \times 4}{2} = \underline{60} \quad \text{วิธี}$$

ดังนั้น จะจัดลำดับตัวเลขทั้ง 6 ตัวเป็นจำนวนต่างๆกันได้.....วิธี

สาเหตุที่แก้ไข เพราะการใช้คำไม่กระชับชัดเจน

ข้อกรอมนที่ 144 ควรสรุปกฎที่สำคัญๆไว้ดังนี้

กฎที่รวบรวมได้จากบทที่ 2 มีดังนี้

กฎข้อที่ 3 จำนวนวิธีของการจัดลำดับของ n สิ่งที่แตกต่างกัน ครั้งละ r สิ่ง เมื่อ $r \leq n$ เท่ากับ $\frac{n!}{(n-r)!}$ วิธี

$$\text{เขียนแทนด้วย } P(n,r) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

กฎข้อที่ 4 จำนวนวิธีของการจัดลำดับของ n สิ่งที่แตกต่างกัน ครั้งละ n สิ่ง ได้แบบต่างๆกันนับได้ $n!$ วิธี

$$\text{เขียนแทนด้วย } P(n,n) = n!$$

กฎข้อที่ 5 จำนวนวิธีของการจัดลำดับของ n สิ่งที่แตกต่างกัน เป็นวงกลม มี $(n-1)!$ วิธี

กฎข้อที่ 6 การจัดลำดับของ n สิ่งซึ่งมีของ k กลุ่ม โดยที่ $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$ เป็นจำนวนสิ่งของที่เหมือนกันในกลุ่มที่หนึ่ง, กลุ่มที่สอง, ..., กลุ่มที่ k ตามลำดับ

$$\text{และ } n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k = n$$

$$\text{จำนวนวิธีของการจัดลำดับทั้งหมดมี } \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!} \text{ วิธี}$$

กรอมนที่ 151 สมควรแก้ไขดังนี้

"การแบ่งลูกเสือ 3 คนเป็นหมู่ๆละ 2 คน" หรือ "การจัดกลุ่มตัวอักษร 2 ตัวจากตัวอักษร 3 ตัว เป็นเรื่องของการจัดหมู่

เช่นเดียวกัน "การเลือกหลอดไฟฟ้า 2 หลอด จากหลอดไฟฟ้า

3 หลอด" ก็เป็นเรื่องของ.....ด้วย

สาเหตุที่แก้ไข เพราะใช้คำยังไม่ชัดเจน

กรอบที่ 159 สมควรแก้ไขดังนี้

$$\text{ข้อสังเกต จาก } C(3,2) = \frac{P(3,2)}{2!}$$

$P(3,2)$ คือ จำนวนวิธีของการจัดลำดับตัวอักษร 3 ตัว
ครั้งละ 2 ตัว

และ $2!$ คือ จำนวนวิธีที่ซ้ำกัน เมื่อพิจารณาเป็นหมู่ โดยไม่คำนึง
ถึงลำดับของ 2 ตัวนั้น

ต่อจากกรอบที่ 193 ควรสรุปกฎที่สำคัญๆไว้ดังนี้

กฎที่รวบรวมได้จากบทที่ 3 มีดังนี้

กฎข้อที่ 7 จำนวนวิธีของการจัดหมู่ของ n สิ่ง เลือกมาหมู่ละ r สิ่ง
เมื่อ $r \leq n$ เขียนแทนด้วย $C(n,r) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$ วิธี

กฎข้อที่ 8 จำนวนวิธีของการจัดหมู่ของ n สิ่ง ครั้งละ n สิ่ง มี 1 วิธี
เขียนแทนด้วย $C(n,n) = 1$

สาเหตุที่แก้ไขกรอบที่ 159 เพราะใช้คำยังไม่ชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย