

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การทดลองชั้นหนึ่งคน

จากผลการทดลองชั้นหนึ่งคน ปรากฏดังนี้

นักเรียนใช้เวลาในการเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม 2 ชั่วโมง 8 นาที

ทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ออกทอง ร้อยละ 12

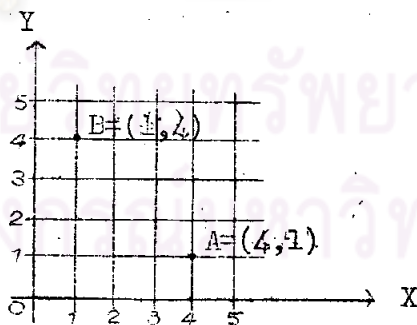
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ออกทอง ร้อยละ 90.62

ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนได้ออกทอง ร้อยละ 86

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในด้านความชัดเจนของภาษาลำดับชั้นของเนื้อหาวิชา การวางรูปแบบของกรอบ ตลอดจนความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหาวิชา บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 127 กรอบ ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

กรอบที่ 12

กรอบเดิม



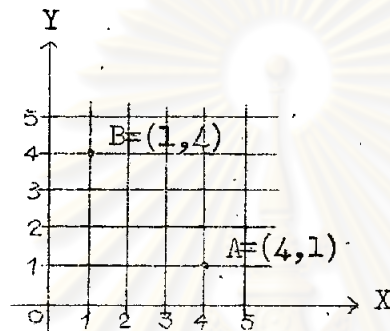
พิจารณาจุดข้างบน

จุด A และจุด B ไม่ใช่จุดเดียวกัน

จุด A มีค่าตั้งเป็น (4, 1)

จุด B มีค่าพิกัดเป็น $(1, 4)$
 ดังนั้น ค่าพิกัด $(4, 1)$ กับค่าพิกัด $(1, 4)$ จึง.....
 (เท่ากัน/ไม่เท่ากัน)

กรอบที่แก้ไขแล้ว



พิจารณาจุดข้างบน

จุด A และจุด B ไม่ใช่จุดเดียวกัน

จุด A มีค่าพิกัดเป็น $(4, 1)$

จุด B มีค่าพิกัดเป็น $(1, 4)$

เนื่องจากแทนจุดที่ต่างกัน

ดังนั้น ค่าพิกัด $(4, 1)$ กับค่าพิกัด $(1, 4)$ จึง.....
 (เท่ากัน/ไม่เท่ากัน)

สาเหตุที่เพิ่มข้อความ "เนื่องจากแทนจุดที่ต่างกัน" เพราะเวลานักเรียนตอบเหตุผล
 กรอบที่ 13, 14 นักเรียนจะได้ตอบได้ถูกต้องและตรงกัน

การจับคู่ระหว่างสมาชิกจากโคแมไปยังเรนจถือว่า เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก
 อย่างหนึ่ง

ถ้าให้ $a \rightarrow x$ อ่านว่า a คู่กับ x เขียนเป็นคู่ลำดับ (a, x)
 $b \rightarrow y$ อ่านว่า.....เขียนเป็นคู่ลำดับ.....
 $c \rightarrow z$ อ่านว่า.....เขียนเป็นคู่ลำดับ.....

สาเหตุที่แก้ไขเพราะต้องการให้เด็กอ่าน สัญลักษณ์ " \rightarrow " ได้ เพื่อจะได้ไม่
 สับสนกับ " = " ซึ่งเป็นปัญหาในตอนต่อไป

การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

หลังจากปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่ได้ทดลองในชั้นหนึ่งคนแล้ว จึงนำบทเรียนมาทดลองกับ
 กลุ่มตัวอย่าง 10 คน ผลปรากฏว่า

นักเรียนใช้เวลาในการ เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 1 นาที โดยมี
 เรนจจาก 85 - 158 นาที

ทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนโคแมของรอยละ 23.4

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคแมของรอยละ 94.33

ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนโคแมของรอยละ 90.8

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขปรับปรุงบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยการเพิ่มความแก้ไขปรับปรุง
 ความเรียง เทคนิคการเขียนและกรรพิมพ์

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

ได้เพิ่มกรอบที่ 8 เนื่องจากนักเรียนมักหลงจุดในกราฟผิคือ มักจะกลับกันระหว่างระยะ
 ทางจากแกน X_1 กับแกน Y

กรอบที่ 8 (เพิ่มเติม)

นั่นคือ สมาชิกตัวแรกของคู่ลำดับ แทนจำนวนบนแกน X ซึ่งเป็นตัวบอกว่าจุดนั้น
อยู่ห่างจากแกน Y กี่หน่วย

สมาชิกตัวหลังของคู่ลำดับ แทนจำนวนบนแกน Y ซึ่งเป็นตัวบอกว่าจุดนั้น
อยู่ห่างจากแกน X กี่หน่วย

• • • จุดลำดับ (5, 2)

5 แทนจำนวนบนแกน.....ซึ่งเป็นตัวบอกว่า จุดที่มีจุดลำดับ (5, 2) ห่างจาก
แกน.....5 หน่วย

2 แทนจำนวนบนแกน.....ซึ่งเป็นตัวบอกว่า จุดที่มีจุดลำดับ (5, 2) ห่างจาก
แกน.....2 หน่วย

ได้เพิ่มกรอบที่ 16 เพื่อจะบ่งชี้ว่าไม่เท่ากันของจุดลำดับสองจุด โดยใช้สัญลักษณ์ " ≠ "
กรอบที่ 16 (เพิ่มเติม)

(2, 7) ≠ (7, 2) เพราะ.....

กรอบที่ 24 ได้ปรับปรุงแก้ไขเนื่องจากนักเรียนมักจะเขียนสมาชิกในเซตซ้ำกัน เช่น
{ไก่, ไก่, น้อย, น้อย}

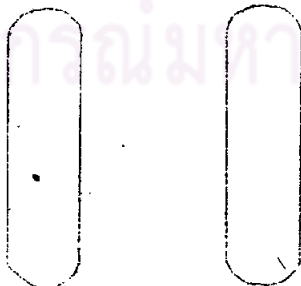
กรอบที่ 24 (เดิม)

น้อย เป็นเพื่อนของ ไก่
แดง เป็นเพื่อนของ น้อย
นิด เป็นเพื่อนของ ไก่
นัม เป็นเพื่อนของ น้อย

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ "เป็นเพื่อนของ" ระหว่างสมาชิกจากโคเมนไปยังเรนจ์

คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กรอมนที่ 24 (แกไข)

นอย เป็นเพื่อนของ ไก่
 แดง เป็นเพื่อนของ นอย
 นิค เป็นเพื่อนของ ไก่
 นิม เป็นเพื่อนของ หนอย

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ "เป็นเพื่อนของ" ระหว่างสมาชิกจากโดเมนไปยังเรนจ์

คือ

นอย
 แดง
 นิค
 นิม

ไก่
 นอย
 หนอย

จากนั้นได้เพิ่มกรอมนอีกกรอมน เพื่อย้ำความเข้าใจในเรื่องนี้ครั้ง
กรอมนที่เพิ่ม

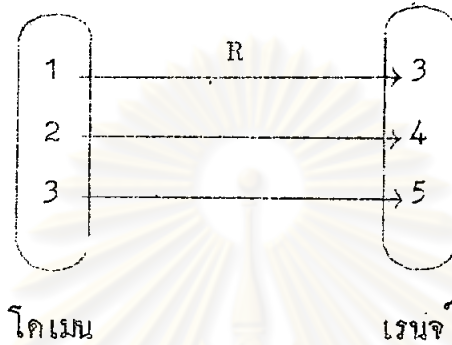
ไก่ เขียนด้วย ปากกา
 กุง เขียนด้วย ปากกา
 ตุม เขียนด้วย กิณสอ
 ติม เขียนด้วย ปากกา

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ "เขียนด้วย" ระหว่างสมาชิกจากโดเมนไปยังเรนจ์

คือ

กรวยที่ 84 ได้เพิ่มเติมเพื่อเป็นกรวยสรุปให้เห็นชัดเจน สาเหตุเพราะนักเรียนมักจะ
 ตอกรวยที่ 85 ได้ไม่สมบูรณ์

กรวยที่ 84



จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ R จากโดเมนไปยังเรนจ์

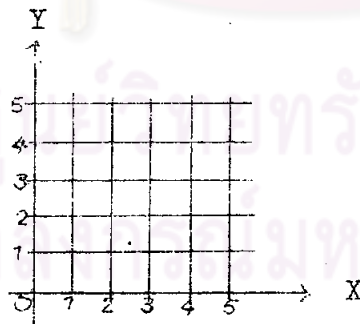
เซตของคู่ลำดับ ที่แสดงความสัมพันธ์ R คือ {

กฎ ที่แสดงความสัมพันธ์ R คือ $y = \dots\dots\dots$

เมื่อ x คือ สมาชิกใด ๆ ในโดเมนและ y คือสมาชิกใด ๆ ในเรนจ์ที่เป็น

คู่ของ x

กราฟ ที่แสดงความสัมพันธ์ R คือ



กฎที่ 122 ได้เพิ่มเติมเพื่อย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่า $F(x)$ คือ สมาชิกในเรนจ์
 ดังนี้

$F(x)$ คือสมาชิกใน.....

(โดเมน/เรนจ์)

หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วบทเรียนมีทั้งหมด 134 กรอบ

การทดลองภาคสนาม

ผลจากการทดลองปรากฏดังนี้

นักเรียนใช้เวลาในการทำบทเรียนเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 10 นาที

ทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 14.94

ทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องร้อยละ 95.58 (ถูกละเอียงจากตารางที่ 3

ในภาคผนวก)

ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 88.48

นั่นคือบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพ 95.58/88.48

จากมาตรฐาน 90/90 ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดเป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนนี้ ซึ่ง

มีความหมายว่า

90 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนโดยเฉลี่ย ตอบคำถามในบทเรียน
 แบบโปรแกรมได้ถูกต้อง

90 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนโดยเฉลี่ย ทำแบบทดสอบหลังเรียน
 บทเรียนได้ถูกต้อง

ฉะนั้น จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า

นักเรียนทำบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 95.58 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรม
 เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีสัมฤทธิ์ผลตามความหมายของ 90 ตัวแรก

และนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 88.48 แสดงว่า
 บทเรียนยังไม่มีสัมฤทธิ์ผลตามความหมายของ 90 ตัวหลัง

ถึงนี้จึงสรุปได้ว่า คะแนนการทำบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90 ที่แรกที่กำหนดไว้ แต่คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์หาความก้าวหน้าในการเรียนจากบทเรียน

จากผลของการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนดังนี้

สมมติฐาน : คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนไม่แตกต่างกัน

นักเรียน จำนวน 100 คน	คะแนนจากแบบทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนจากแบบทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า D	D ²
Σ	747	4424	3687	138,127
\bar{X}	7.47	44.24		
\bar{X} คิดเป็น %	14.94	88.48		

(โปรดดูรายละเอียดจากตารางที่ 4 ในภาคผนวก)

$$(\Sigma D)^2 = 13,593,969$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} = \frac{3687}{\sqrt{\frac{219304}{99}}} = \frac{3687}{47.06}$$

$$t = 78.34$$

$$\text{แต่ } t_{.01} = 2.58$$

∴ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

สรุปได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้เรื่อง "ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน" อย่างมีนัยสำคัญที่ .01

การอภิปรายผลของการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้น ว่าได้ตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90/90 หรือไม่ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องร้อยละ 95.58 และสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องร้อยละ 88.48 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90 ตัวแรก ส่วนมาตรฐาน 90 ตัวหลัง มีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจมีสาเหตุดังต่อไปนี้

1. เวลาที่ใช้ในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นภาคย่อย และเรียนติดต่อกันตลอดเวลาเป็นเวลาเกือบ 3 ชั่วโมง จะทำให้เด็กเกิดความเบื่อและเมื่อยล้า โดยเฉพาะระยะทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายในการเรียนทำให้เด็กไม่สนใจทำแบบทดสอบ

2. นักเรียนขาดความตั้งใจทำแบบทดสอบ เพราะไม่ได้ถือเป็นคะแนนสอบ

3. นักเรียนไม่ค่อยเคยกับวิธีการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม อาจคุ้นเคยและพะวงในการหาคำตอบในบทเรียนจนลืมลำดับของการเรียนรู้เนื้อหา

4. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน" สร้างขึ้นสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง แต่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ซึ่งพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง เช่น เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร พจน์พีชคณิต ซึ่งผู้วิจัยถือว่านักเรียนมีความรู้อยู่แล้วเป็นอย่างดี

การทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนก็ใกล้เคียงกับ เกณฑ์มาตรฐาน ถ้าหากนำบทเรียนนี้ไปแก้ไขปรับปรุงอีกเล็กน้อย หรือนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองจริง ๆ ก็จะได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90