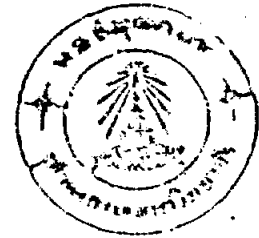


ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

- N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}_1$  แทนคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน
- $\bar{X}_2$  แทนคะแนนเฉลี่ยของการสอบหลังเรียนบทเรียน
- $\bar{d}$  แทนคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน
- $s^2_d$  แทนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง
- C.R.(๕) แทนอัตราส่วนวิกฤติของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนบทเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกได้ดังนี้

๑. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมตามมาตรฐาน ๕๐/๕๐ ที่ตั้งไว้คือ  
๕๐ ตัวแรก หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง โดยเฉลี่ยร้อยละ ๕๐  
๕๐ ตัวหลัง หมายถึง การที่นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง โดยเฉลี่ยร้อยละ ๕๐
๒. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียน

### การทดลองแบบหนึ่งข้อหนึ่ง

ในการทดลองแบบหนึ่งข้อหนึ่งนี้เป็นการทดลองให้นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข แล้วนำมาแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น บทเรียนที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีจำนวน ๒๓๗ กรอบ และจำนวน ๒๓๒ คำตอบ จากผลการทดลองครั้งนี้ นักเรียนทำได้เพียงร้อยละ ๗ เท่านั้น แต่ใช้เวลาในการทำบทเรียนถึง ๔ ชั่วโมง ๑๒ นาที แสดงว่าบทเรียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่ จากการตรวจบทเรียนแบบโปรแกรมและการอภิปรายซักถามนักเรียนที่ทำบทเรียน ปรากฏว่าบางกรอบซึ่งเป็นกรอบตั้งต้น (Set Frame) คำอธิบายเขียนไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนทำกรอบฝึกหัด (Practice Frame) และกรอบส่งท้าย (Terminal Frame) ไม่ได้ นอกจากนี้ ภาษาที่ใช้เขียนบทเรียนยังไม่สามารถใช้สื่อความหมายได้คือพอ ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่เสนอในบทเรียนแบบโปรแกรม และในการเสนอรอบตั้งต้นบางกรอบยังสับสนกันอยู่ ผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขความเรียง (Composition) เทคนิคการเขียน (Programming Techniques) และความถูกต้องตามหลักวิชา (Technical Accuracy) เพื่อไปทดลองกับเด็กกลุ่มเล็กต่อไป

### การทดลองแบบกลุ่มเล็ก

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ทดลองแบบหนึ่งข้อหนึ่งแล้ว จึงนำบทเรียนที่ได้ปรับปรุงนี้ไปทดลองกับเด็กกลุ่มเล็ก ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จำนวน ๑๐ คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด ๒๕๖ กรอบ ๒๕๒ คำตอบ เวลาที่ใช้ในการทำบทเรียนแบบโปรแกรมเฉลี่ย ๓ ชั่วโมง ๕๒ นาที

ตารางที่ ๒ ผลการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ลำดับที่	คะแนน			จำนวนคำตอบ ที่ตอบถูก
	ก่อนเรียนบทเรียน	หลังเรียนบทเรียน	ความก้าวหน้า	
๑	๒๕	๓๓	๘	๒๗๕
๒	๒๕	๓๔	๙	๒๖๘
๓	๑๙	๓๑	๑๒	๒๔๕
๔	๑๘	๒๕	๗	๒๖๓
๕	๑๘	๓๒	๑๔	๒๖๓
๖	๑๗	๒๗	๑๐	๒๕๓
๗	๑๖	๒๙	๑๓	๒๕๕
๘	๑๔	๒๘	๑๔	๒๕๕
๙	๑๓	๒๑	๘	๒๓๕
๑๐	๙	๑๙	๑๐	๒๓๖
รวม	๑๗๕	๒๗๕	๑๐๕	๒๕๙๐
คะแนนเฉลี่ย	๑๗.๕	๒๗.๕	๑๐.๕	๒๕๙.๐
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	๕๓.๕๐	๖๙.๗๕	๒๖.๒๕	๘๘.๖๙

จากตารางที่ ๑ จะเห็นว่า นักเรียนเรียนบทเรียนได้ ๘๘.๖๙/๖๙.๗๕ แสดงว่า  
บทเรียนมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐาน ๘๐/๘๐ ที่ตั้งไว้

๕๐ ตัวแรก หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบ-  
โปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ ๕๐ จากผลการทดลองครั้งนี้ นักเรียนทำได้เพียง  
ร้อยละ ๘๘.๖๙ เท่านั้น

๕๐ ตัวอย่าง หมายถึง การที่นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบภายหลังจาก การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ ๕๐ จากผลการทำแบบทดสอบ นักเรียนทำใครเฉลี่ย ๖๕.๗๕ เท่านั้น

หลังจากได้ทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง หนึ่ง โดยการรวมบางกรอบเข้าด้วยกัน เพิ่มบางกรอบ ตัดบางกรอบและแก้ไขบางกรอบ ให้เข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งการแก้ไขปรับปรุงครั้งนี้ ได้แก้ไขทั้งความเรียง เทคนิคการเขียน และความถูกต้องทางหลักวิชา

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

- ๑. ก๓ เมื่อผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔ และผลคูณของ ๖ = ๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔, ๓๐, ๓๖, ๔๒ ดังนั้น —, —, —, — เป็นตัวผลคูณร่วมของ ๓และ๖

คำตอบคือ ๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

- ก๓ เมื่อผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔ และผลคูณของ ๖ = ๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔, ๓๐, ๓๖, ๔๒ ตัวผลคูณร่วมของ ๓และ๖ คือ —, —, —, — ตัวผลคูณร่วม เรานิยมเรียก ตัวคูณร่วม ดังนั้นตัวผลคูณร่วมของ ๓และ๖ ก็คือตัวคูณร่วมของ ๓และ๖

- ๒. ก๑๗ เมื่อผลคูณของ ๒ = ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐, ๑๒, ๑๔, ๑๖, ๑๘ และผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔ ๖, ๑๒, ๑๘ เป็นตัวคูณร่วมของ ๒และ๓ ผลคูณร่วมที่มีค่าน้อยที่สุด คือ ๖

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

- ก๑๗ เมื่อผลคูณของ ๒ = ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐, ๑๒, ๑๔, ๑๖, ๑๘ และผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔

๖, ๑๒, ๑๘ เป็นตัวคูณรวมของ ๒ และ ๓

ผลคูณที่เท่ากันตัวแรก หรือ ผลคูณรวมที่มีค่าน้อยที่สุด คือ ๖

๓. ก๑๕ ถ้าผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔

และผลคูณของ ๔ = ๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, ๒๔, ๒๘

๑๒, ๒๔ เป็นตัวคูณรวมของ ๓ และ ๔

ผลคูณรวมที่มีค่าน้อยที่สุด เขียนย่อว่า ค.ร.น. คือ —

คำตอบคือ ๑๒

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

ก๑๕ ถ้าผลคูณของ ๓ = ๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔

และผลคูณของ ๔ = ๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, ๒๔, ๒๘

๑๒, ๒๔ เป็นตัวคูณรวมของ ๓ และ ๔

ผลคูณรวมที่มีค่าน้อยที่สุด เรานิยมเรียกว่า ตัวคูณรวมน้อย

เขียนย่อว่า ค.ร.น.

ค.ร.น. ของ ๓ และ ๔ คือ —

คำตอบคือ ๑๒

๔. ก๓๐ เมื่อ  $b = ๒ \times ๓$  และ  $c = ๓ \times ๓$

ผลคูณของ ๒ และ ๔ จะได้

$$(๑) ๒ \times ๓ \times ๓ \times ๓ = ๕๔ \quad (๒) ๒ \times ๓ \times ๓ = ๑๘$$

ตัวผลคูณรวมของ ๒ และ ๔ ที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ๑๘

๑๘ เป็นตัวผลคูณรวมของ ๒ และ ๔ ที่มีค่าน้อยที่สุด เรียกว่า

ตัวผลคูณรวมน้อย ของ ๒ และ ๔

### ไขปริศนารุ่นแก้ไขดังนี้

ก๗๐ เมื่อ  $b = 2 \times 3$  และ  $c = 3 \times 3$

ผลคูณของ  $b$  และ  $c$  จะได้

$$(๑) 2 \times 3 \times 3 \times 3 = ๕๔$$

$$(๒) 2 \times 3 \times 3 = ๑๘$$

ตัวผลคูณรวมของ  $b$  และ  $c$  ที่มีค่าน้อยที่สุดคือ  $\infty$

ดังนั้น  $\infty$  เป็นตัวคูณรวมที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งนิยมเรียกว่า

ตัวคูณร่วมน้อย ของ  $b$  และ  $c$

๕. ก๑๑๒ เมื่อเซตผลคูณของ  $๒ = \{2, ๔, ๖, ๘, ๑๐, ๑๒, ๑๔, \dots\}$

และเซตผลคูณของ  $๓ = \{๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, \infty, \dots\}$

ดังนั้นตัวผลคูณรวมของ  $๒$  และ  $๓$  คือ  $\{ \dots, \dots \}$

คำตอบคือ  $๖, ๑๒$

### ไขปริศนารุ่นแก้ไขใหม่ดังนี้

ก๑๑๒ เมื่อเซตผลคูณของ  $๒ = \{2, ๔, ๖, ๘, ๑๐, ๑๒, ๑๔, \dots\}$

และเซตผลคูณของ  $๓ = \{๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, \infty, \dots\}$

ดังนั้นตัวผลคูณรวมซึ่งเรานิยมเรียกว่า ตัวคูณรวม ของ  $๒$  และ  $๓$

คือ  $\{ \dots, \dots \}$

คำตอบคือ  $๖, ๑๒, \dots$

๖. ก๑๒๓ วิธีหาตัวคูณรวมของ  $๔$  และ  $๖$  หาได้โดย

ก. หาเซตผลคูณของ  $๔$  และ  $๖$

ข. หาสมาชิกรวมกันในเซตผลคูณของ  $๔$  และ  $๖$

สมาชิกรวมกันของเซตผลคูณของ  $๔$  และ  $๖$  คือตัวคูณรวมของ  $๔$  และ  $๖$

ก๑๒๔ การหาตัวคูณรวมของ  $๔$  และ  $๖$  หาได้ดังนี้

ก. หาเซตผลคูณของ  $๔ = \{๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, ๒๔, \dots\}$

หาเซตผลคูณของ  $๖ = \{๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔, ๓๐, \dots\}$

ข. หาสมาชิกร่วมกันของเซตผลคูณของ  $a$  และ  $b$  คือ  $๑๒, ๒๔, \dots$

ดังนั้นตัวคูณร่วมของ  $a$  และ  $b$  คือ  $๑๒, ๒๔, \dots$

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

ก๑๒๓ วิธีหาตัวคูณร่วมของ  $a$  และ  $b$  หาได้ดังนี้

ก. หาเซตผลคูณของ  $a$  และ  $b$

เซตผลคูณของ  $a = \{๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, ๒๔, \dots\}$

เซตผลคูณของ  $b = \{๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔, ๓๐, ๓๖, \dots\}$

ข. หาสมาชิกร่วมกันของเซตผลคูณของ  $a$  และ  $b$  จะได้  $\{๑๒, ๒๔, \dots\}$

ดังนั้นตัวคูณร่วมของ  $a$  และ  $b$  คือ  $\{๑๒, ๒๔, \dots\}$

๗. ก๑๒๔ เมื่อเซตผลคูณของ  $m = \{๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, \dots\}$

และเซตผลคูณของ  $c = \{๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, \dots\}$

ดังนั้นตัวคูณร่วมที่มีค่าน้อยที่สุดของ  $m$  และ  $c$  คือ —

คำตอบคือ ๑๒

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

ก๑๒๔ เมื่อเซตผลคูณของ  $m = \{๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, \dots\}$

และเซตผลคูณของ  $c = \{๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, \dots\}$

ดังนั้นผลคูณร่วมที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งเรานิยมเรียกว่า ตัวคูณร่วมน้อย

ของ  $m$  และ  $c$  คือ —

คำตอบคือ ๑๒

๘. ก๑๒๕ การแสดงวิธีหาตัวคูณร่วมน้อยของ  $m$  และ  $c$  ได้ดังนี้

ก. หาเซตผลคูณของ  $m = \{๓, ๖, ๙, ๑๒, ๑๕, ๑๘, \dots\}$

หาเซตผลคูณของ  $c = \{๔, ๘, ๑๒, ๑๖, ๒๐, \dots\}$

ข. หาสมาชิกผลคูณร่วมกันของเซตผลคูณของ  $m$  และ  $c$  คือ  $\{๑๒, ๒๔, \dots\}$

ค. หาสมาชิกผลคูณร่วมกันที่มีค่าน้อยที่สุด (ค.ร.น.) ของ  $m$  และ  $c$  คือ ๑๒

ดังนั้น ค.ร.น. ของ  $m$  และ  $c$  คือ ๑๒

ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ดังนี้

ก๑๔๑ การแสดงวิธีหาตัวคูณร่วมน้อยของ ๓ และ ๔

ก. หาเซตผลคูณของ ๓ และ ๔

$$\text{เซตผลคูณของ } 3 = \{3, 6, 9, 12, 15, 18, \dots\}$$

$$\text{เซตผลคูณของ } 4 = \{4, 8, 12, 16, 20, \dots\}$$

ข. หาสมาชิกผลคูณที่ร่วมกันและมีค่าน้อยที่สุดของ ๓ และ ๔ คือ ๑๒

ดังนั้นตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.) ของ ๓ และ ๔ คือ ๑๒

การทดลองภาคสนาม

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่ไ้ทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว จึงนำบทเรียนไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จำนวน ๑๐๐ คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ไ้ทดลองครั้งนี้ มีทั้งหมด ๒๕๔ กรอบ ๓๒๗ คำตอบ เวลาที่ใช้ในการทำบทเรียนแบบโปรแกรมทั้งหมดเฉลี่ย ๓ ชั่วโมง ๔๑ นาที นักเรียนที่ใช้เวลาทำบทเรียนน้อยที่สุด ๒ ชั่วโมง ๘ นาที และนักเรียนที่ใช้เวลาในการทำบทเรียนมากที่สุด ๔ ชั่วโมง ๑๔ นาที ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ ๓ คะแนนการทำข้อสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

รายการ	จำนวนนักเรียน	รวม	เฉลี่ย	เฉลี่ยร้อยละ
คะแนนก่อนเรียนบทเรียน	๑๐๐	๑๔๔๐	๑๔.๔๐	๓๗.๒๕
คะแนนหลังเรียนบทเรียน	๑๐๐	๓๕๑๔	๓๕.๑๔	๘๗.๘๕
คะแนนความก้าวหน้า	๑๐๐	๒๐๗๔	๒๐.๗๔	๕๐.๖๐
จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง	๑๐๐	๓๑๐๐๗	๓๑๐.๐๗	๘๔.๘๓



จากการวางที่ ๓ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนทำข้อสอบหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ๘๗.๘๕ แสดงว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐาน ๘๐ ตัวหลัง ตามมาตรฐาน ๘๐/๘๐ ที่ตั้งไว้

เมื่อผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนแล้ว จึงนำบทเรียนมาตรวจคำตอบแต่ละกรอบ (แผนก ฉ.) ปรากฏว่า นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโดยเฉลี่ยแล้วทำถูกเฉลี่ยคนละ ๓๑๐.๐๗ คำตอบ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทำถูกร้อยละ ๘๔.๘๓ แสดงว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจมีประสิทธิภาพถึงมาตรฐาน ๘๐ ตัวหน้า หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ ๘๐ ตามมาตรฐาน ๘๐/๘๐ ที่ตั้งไว้

การประเมินค่าประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้เล็กน้อย จากการทดลองภาคสนาม ปรากฏว่า มาตรฐาน ๘๐ ตัวหน้า นักเรียนทำได้เฉลี่ยร้อยละ ๘๔.๘๓ แต่มาตรฐาน ๘๐ ตัวหลัง นักเรียนทำได้เฉลี่ยร้อยละ ๘๗.๘๕ เท่านั้น ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน

แม้ว่าผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน จะต่ำกว่ามาตรฐานที่วางไว้เพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่เพื่อจะทราบว่าบทเรียนนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียน

บทเรียนแบบโปรแกรม ปรากฏว่า คะแนนก่อนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เฉลี่ย ๑๔.๕๐ และคะแนนหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เฉลี่ย ๓๕.๑๔ โดยเฉลี่ยแล้วคะแนนก่อนเรียน

และหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมต่างกัน ๒๐.๖๔ อัตราส่วนวิกฤติ (C.R.) เท่า  $z$  ที่คำนวณได้เท่ากับ ๕๓.๖๗ เพราะฉะนั้น ค่า  $z$  ที่คำนวณได้ ๕๓.๖๗ > ๒.๕๘

แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ หรือที่ระดับอื่น ๆ ที่ต่ำกว่า .๐๑ จึงกล่าวได้

ว่า โดยเฉลี่ยแล้ว การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมครั้งนี้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น  
อย่างแท้จริง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย