

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

N	แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}_1	แทนคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน
\bar{X}_2	แทนคะแนนเฉลี่ยของการสอบหลังเรียนบทเรียน
\bar{d}	แทนคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของการสอบก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียน
σ^2_d	แทนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง
$C.R.(z)$	แทนอัตราส่วนวิกฤตของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน บทเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมตามมาตรฐานที่ตั้งไว้คือมาตรฐาน 90/90
90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90
90 ตัวหลัง หมายถึงการที่นักเรียนทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90

2. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนการเรียน บทเรียน และหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้เป็นการทดลองให้นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อหาขอบกพร่องที่ควรแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น บทเรียนที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 175 กรอบ 198 คำตอบ ผลการทดลอง นักเรียนทำบทเรียนได้ 156 คำตอบ คิดเป็นร้อยละ 78.79 แสดงว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีขอบกพร่อง จากการตรวจบทเรียนแบบโปรแกรมและการอภิปรายซักถามนักเรียนที่ทำบทเรียน ปรากฏว่า บางกรอบ ผู้วิจัยไม่ได้เสนอกรอบตั้งต้น (Set Frame) และกรอบฝึกหัด (Practice Frame) แต่ให้นักเรียนทำกรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เลย จึงทำให้นักเรียนไม่มีพื้นฐานความรู้ที่จะตอบกรอบส่งท้ายได้ บางกรอบผู้วิจัยให้กรอบฝึกหัด (Practice Frame) ที่เป็นการคำนวณยากเกินไป เป็นโจทย์ที่ซับซ้อนเกินกว่าที่นักเรียนจะตอบได้ บางกรอบผู้วิจัยเสนอกรอบตั้งต้น (Set Frame) โดยให้เนื้อหาที่ไม่เพียงพอ และไม่ต่อเนื่องกัน ทำให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ไม่เพียงพอที่จะตอบกรอบส่งท้ายได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขความเรียง (Composition) เทคนิคการเขียน (Programming Technique) และความถูกต้องทางหลักวิชา (Technical Accuracy) เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มเล็กต่อไป

การทดลองแบบกลุ่มเล็ก

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว จึงได้นำบทเรียนที่ได้ปรับปรุงนี้ไปทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก โรงเรียนประถมนันทรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 195 กรอบ 222 คำตอบ



ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองแบบกลุ่มเล็ก

ลำดับที่	คะแนนวิชา คณิตศาสตร์ (50)	คะแนนก่อน เรียนบทเรียน (45)	คะแนนหลัง เรียนบทเรียน (45)	คะแนนความ ก้าวหน้า	จำนวนคำตอบ ที่ตอบถูก (222)
1	37	30	44	14	220
2	34	26	34	8	217
3	32	22	39	17	219
4	30	21	33	12	213
5	28	20	37	17	210
6	26	19	36	17	216
7	22	17	20	3	199
8	22	15	29	14	207
9	21	15	28	13	209
10	17	14	24	10	169
รวม	269	199	324	125	2079
คะแนนเฉลี่ย	26.9	19.9	32.4	12.5	207.9
คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	53.80	44.22	72.00	27.78	93.65

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนเรียนบทเรียนได้ 93.65/72.00 แสดง
ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้

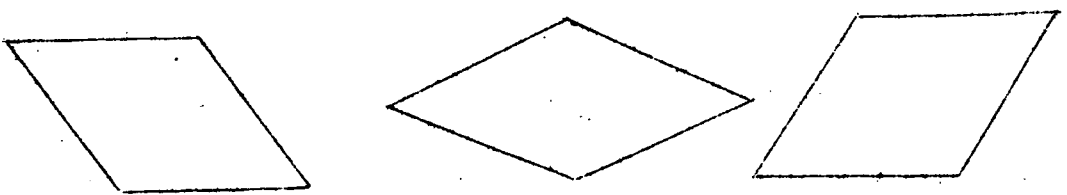
90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 จากผลการทดลองเรียนบทเรียนนักเรียนทำใคร้อยละ 93.65

90 ตัวหลัง หมายถึงการที่นักเรียนสามารถทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 จากผลการทำข้อทดสอบนักเรียนทำใคร้อยละ 72.00

หลังจากการทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาตรวจหาความบกพร่องในเนื้อหาวิชาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อค้นหาสาเหตุว่าเหตุใดนักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนได้มาก แต่ทำข้อสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแล้วได้ค่าความมาตรฐาน และจากการวิเคราะห์คำตอบข้อสอบพบว่า เนื้อหาบางเรื่องนักเรียนไม่เข้าใจ หรือบางทีก็เข้าใจสับสนกับความรู้เดิมของนักเรียน เมื่อเรียนบทเรียนใหม่แล้วก็ยังไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม กลับนำเอาความรู้เดิมๆ แบบเดิมมาตอบอีก เป็นผลทำให้ผลของการทดสอบหลังเรียนบทเรียนโดยเฉลี่ยมีเกณฑ์ค่า นักเรียนที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมน้อยได้แก่นักเรียนลำดับที่ 7 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงบทเรียน โดยการตัดกรอบที่ซับซ้อนและไม่จำเป็นออก แล้วเพิ่มกรอบที่นักเรียนจำเป็นต้องฝึกหัดเพิ่มเติมอีก แก่บางกรอบให้เข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งมีแก้ไขเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีแล้ว

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

1. กรอบที่ 28



การวางรูปของสี่เหลี่ยมจะอยู่ในลักษณะใดก็ได้

รูปสี่เหลี่ยมทั้ง 3 ข้างบนต่างก็เป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-ขนมเปียกปูน)

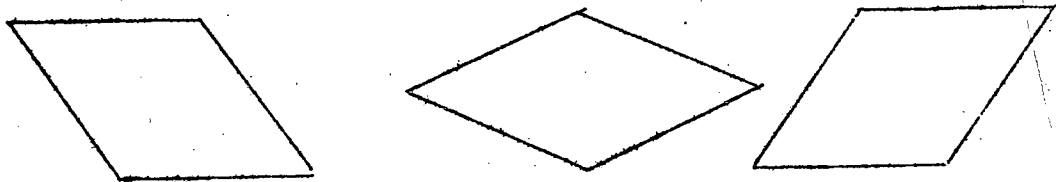
กรอบนี้นักเรียนส่วนหนึ่งจะตอบว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งเป็นการตอบที่ผิดเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยขีดเส้นใต้ข้อความในกรอบที่ 27 และเพิ่มข้อความลงในกรอบที่ 28 ดังนี้

กรอบที่ 27

รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคล้ายกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือมีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน
 แต่สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีมุมภายในเป็นมุมแหลม 1 คู่ และมุมป้าน 1 คู่ ส่วนสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีมุมภายในทั้งสี่เป็น.....(คำตอบ-มุมฉาก)

ขีดเส้นใต้ข้อความ "มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน" ซึ่งแต่เดิมไม่ขีด

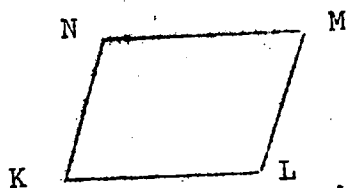
กรอบที่ 28



การวางรูปของสี่เหลี่ยมจะอยู่ในลักษณะใดก็ได้

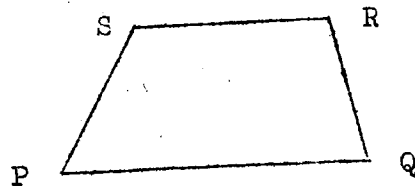
รูปสี่เหลี่ยมทั้ง 3 ข้างบน ต่างก็มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน มีมุมภายในเป็นมุมแหลม 1 คู่ และมุมป้าน 1 คู่ จึงเป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-ขนมเปียกปูน)

2. กรอบที่ 34



สี่เหลี่ยม KLMN

เป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-คานชาน)

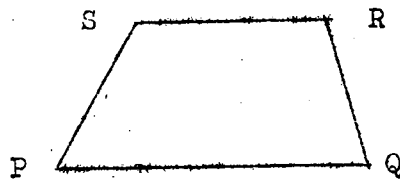
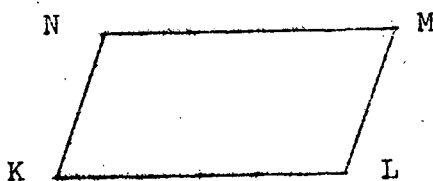


สี่เหลี่ยม PQRS

เป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-คางหมู)

คำตอบแรก คือสี่เหลี่ยม KLMN นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยม
ขนมเปียกปูน ขอบกพร่องเกิดจากการกะความยาวของคานทั้งสี่ควยสายตา จะทำ
ใหม่มองดูคล้ายกับว่ายาวเท่ากัน แต่ถ้าวัดดูแล้วจะมีความยาวไม่เท่ากัน กรอบนี้
จำเป็นตองคงไว้เพื่อให้เป็นข้อเปรียบเทียบคานคู่ขนานของสี่เหลี่ยมคานขนานและสี่
เหลี่ยมคางหมู จึงแก้ไขโดยเปลี่ยนความยาวของคาน KL และคาน MN ให้
ยาวออกไปอีก การแก้ไขนี้ไม่ทำให้จุดมุ่งหมายเดิมเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด เมื่อ
แก้ไขแล้วจะเป็นดังนี้

กรอบที่ 34



สี่เหลี่ยม KLMN เป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-คานขนาน)
สี่เหลี่ยม PQSR เป็นรูปสี่เหลี่ยม.....(คำตอบ-คางหมู)

ตัวอย่างกรอบที่เพิ่ม

ปรากฏว่าในการเขียนคำย่อของคำว่า "ลูกบาศก์" นักเรียนเขียนไม่
ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกรอบฝึกหัดขึ้นอีกคือ

กรอบที่ 137

นักเรียนตองสังเกต จุด (.) หลังตัวย่อให้คือ ตัวย่อ "ลบ." มี
จุดเพียงจุดเดียว เท่านั้น และหลังตัวย่อ "ลบ." ก็มีจุดเดียวเช่นกัน
ดังนั้นคำย่อของ "ลูกบาศก์เซนติเมตร" คือ.....(คำตอบ-ลบ.ลบ.)

กรอบที่ 139

ลูกบาศก์เมตร เขียนย่อเป็น ลบ.ม.
ลูกบาศก์ไมล์ เขียนย่อเป็น.....(คำตอบ-ลบ.ไมล์)

ตัวอย่างกรอบที่นักเรียนมักทำผิด

สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่ละเอียด จำสูตรไม่แม่นยำ หรือขาดทักษะในด้านการคำนวณ กรอบเหล่านี้ยังคงไว้โดยไม่แก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อรักษาจุดมุ่งหมายเดิมไว้ เช่น

กรอบที่ 177

ถังซีเมนต์ก้นถังเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้างด้านละ 2.5 เมตร สูง 1 เมตร ถังนี้จุน้ำได้.....ลิตร (คำตอบ-6250)

กรอบนี้ทำผิดเนื่องจากจำการเปรียบเทียบมาตราไม่ได้ หรือไม่ได้ สังเกตคำว่า "ลิตร" ทายคำตอบ

กรอบที่ 180

สูตร พื้นที่สี่เหลี่ยมคานขนาน = ฐาน X สูง

ไม้ท่อนหนึ่งมีหน้าตัด เป็นรูปสี่เหลี่ยมคานขนานกว้าง 25 ซม. หนา 10 ซม. เราต้องหาพื้นที่ฐาน หรือพื้นที่หน้าตัดก้อนหนึ่ง =ตร.ซม. (คำตอบ-250)

ถ้าไม้ท่อนนี้ยาว 1 เมตร จะมีปริมาตร =ลบ.ซม. (คำตอบ-25000)

กรอบนี้ทำผิดเนื่องจากไม่สังเกตนหน่วยความยาวของท่อนไม้ซึ่งมีหน่วยเป็น เมตร แตกต่างกับหน่วยความกว้างและหนาซึ่งเป็นเซนติเมตร

กรอบที่ 193

ฉางข้าว เปลือกสร้างตามลักษณะของพื้นที่ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน วัดเส้นทะแยงมุมทั้งสองได้ยาว 8 เมตร และ 12 เมตร ความสูงของฉาง = 6 เมตร ฉางนี้จุข้าวเปลือกได้เต็มที่ = เกวียน (1 เกวียน = 2000 ลิตร) (คำตอบ-144)

กรอบนี้มีปัญหาโจทย์ซับซ้อน และต้องอาศัยความสามารถในการคำนวณช่วย
นักเรียนที่คิดเลขไม่เก่งมักจะนำผิด

การทดลองภาคสนาม

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่โค้ทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว จึงได้นำ
บทเรียนไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก โรงเรียนประถมนันทรี
กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด
193 กรอบ 220 คำตอบ ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนการทำข้อ สอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน
แบบโปรแกรม

จำนวนนักเรียน 100	คะแนนก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนหลังเรียนบทเรียน	คะแนนความ ก้าวหน้า
คะแนนรวม	2095	4040	1945
คะแนนเฉลี่ย	20.95	40.40	19.45
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	46.56	89.78	43.22

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทำข้อ สอบหลังจากเรียนบทเรียน
แบบโปรแกรมแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.78 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรม
นี้มีประสิทธิภาพยังไม่ถึงมาตรฐาน 90 ตัวหลัง ตามมาตรฐาน 90/90
ที่ตั้งไว้

เมื่อผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนแล้ว จึงได้นำบทเรียนมาตรวจ
คำตอบแต่ละกรอบ (คังฉนวน ก.) โดยผลดังนี้

จำนวนคำตอบที่ตอบถูก	20,911
คำตอบที่ถูกเฉลยร้อยละ	95.05

ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโดยเฉลยแล้วทำถูก
ร้อยละ 95.05 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้นี้มีประสิทธิภาพถึงมาตรฐาน 90
ตัวแรก ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง
โดยเฉลยร้อยละ 90 ตามมาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้

การประเมินค่าประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม

ปรากฏว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพค่ากว่า
มาตรฐานที่ตั้งไว้เล็กน้อย จากการทดลองภาคสนามปรากฏว่ามาตรฐาน 90 ตัวแรก
นักเรียนทำได้เฉลยร้อยละ 95.05 แต่มาตรฐาน 90 ตัวหลัง นักเรียนทำได้
เฉลยร้อยละ 89.78

แม้ว่าผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนจะต่ำกว่ามาตรฐานที่วางไว้เพียง
เล็กน้อยก็ตาม แต่เพื่อจะทราบว่าบทเรียนนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริง
หรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน
ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งได้ผลว่า อัตราส่วนวิกฤต(C.R.)
ค่า z ที่คำนวณได้เท่ากับ 57.2 เพราะฉะนั้น ค่า z

ที่คำนวณได้ $57.2 > 2.58$ แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของจุดสอบก่อนเรียน
บทเรียน และหลังบทเรียนแบบโปรแกรมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึง
อาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้ว การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมครั้งนี้ทำให้ผู้
เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง