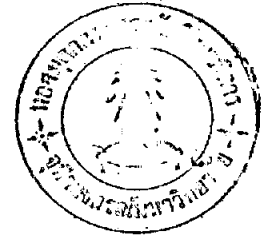


ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

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

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 90/90
ร้อยละ 90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90
ร้อยละ 90 ตัวหลัง หมายถึงการที่นักเรียนทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90

2. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียน

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งเป็นการทดลองให้นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น บทเรียนที่ใช้ทดลองครั้งนี้ มีทั้งหมด 260 กรอบ ผลการทดลองครั้งนี้ นักเรียนทำบทเรียนได้เพียงร้อยละ 70 เท่านั้น แสดงว่าบทเรียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีข้อบกพร่องมาก จากการตรวจบทเรียนแบบโปรแกรมและการอภิปรายซักถามนักเรียนที่ทำบทเรียนปรากฏว่า บางกรอบผู้วิจัยยังไม่ได้ออกกรอบตั้งต้น (Set Frame) และกรอบฝึกหัด (Practice Frame) แต่ให้นักเรียนทำกรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เลยจึงทำให้นักเรียนไม่มีพื้นฐานความรู้ที่จะตอบกรอบส่งท้ายได้ และภาษาที่ใช้เขียนบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นยังไม่สมรรถภาพในการสื่อความหมายดีพอ จึงทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่เสนอในบทเรียนแบบโปรแกรม และอีกประการหนึ่งคือการเสนอกรอบตั้งต้น (Set Frame) ไม่ต่อเนื่องกันตามลำดับก่อนหลัง ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขความเรียง (Composition) เทคนิคการเขียน (Programming Technique) และความถูกต้องทางหลักวิชา (Technical Accuracy) เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มเล็กต่อไป

การทดลองแบบกลุ่มเล็ก

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว จึงได้นำบทเรียนที่ได้ปรับปรุงนี้ไปทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์บางกรวย จำนวน 10 คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 260 กรอบ 338 คำตอบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองแบบกลุ่มเล็ก

ลำดับที่	คะแนนวิชา วิทยาศาสตร์	คะแนนก่อน เรียนบทเรียน	คะแนนหลัง เรียนบทเรียน	คะแนนความ ก้าวหน้า	จำนวนค่าตอบ ที่ตอบถูก
1	18	25	32	7	305
2	18	27	32	5	321
3	16	27	32	5	312
4	16	19	28	9	287
5	16	15	23	8	315
6	16	21	30	9	323
7	14	25	33	8	311
8	12	17	21	4	323
9	12	21	21	-	247
10	9	21	22	1	287
รวม	147	218	274	56	3027
คะแนนเฉลี่ย	14.7	21.80	27.40	5.60	302.70
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	73.50	54.50	68.50	14.00	89.61

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนเรียนบทเรียนได้ 89.61/68.50 แสดงว่า
บทเรียนที่มีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐานร้อยละ 90/90 ที่ตั้งไว้

ร้อยละ 90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบ
โปรแกรมที่ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 จากผลการทดลองเรียนบทเรียนนักเรียนทำได้
ร้อยละ 89.61 เท่านั้น

ร้อยละ 90 คำนวณ หมายถึงการที่นักเรียนสามารถทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียน แบบโปรแกรมโคถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 จากผลการทำข้อทดสอบนักเรียนทำได้ร้อยละ 68.50 เท่านั้น

หลังจากโคทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง โดยรวมบางกรอบเข้าด้วยกัน เพิ่มบางกรอบ ตัดบางกรอบ แยกบางกรอบให้เข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขครั้งนี้ โคแก้ไขทั้งความเรียง (Composition) เทคนิคการเขียน (Programming Technique) และความถูกต้องทางหลักวิชา (Technical Accuracy)

ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

1. "เขียนไขจะหลอมเหลวก่อนตะกั่ว ดังนั้นจุดหลอมเหลวของเขียนไข สูงกว่า/ต่ำกว่า (.....) จุดหลอมเหลวของเขียนไข" คำตอบคือ ต่ำกว่า

นักเรียนที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมสามารถจะตอบว่า "สูงกว่า" ซึ่งข้อเท็จจริงปรากฏว่า ผู้เขียนบทเรียน ได้เสนอกรอบฝึกหัดน้อยเกินไป นักเรียนยังไม่เข้าใจคือพอ ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ โดยเพิ่มกรอบฝึกหัด คือ

กรอบที่ 31 "เขียนไขจะหลอมเหลวก่อนตะกั่ว ดังนั้นจุดหลอมเหลวของเขียนไขจะต่ำกว่า จุดหลอมเหลวของ....." คำตอบคือ ตะกั่ว

กรอบที่ 32 "ซีเมนต์หลอมเหลวช้ากว่าน้ำแข็ง ดังนั้นจุดหลอมเหลวของซีเมนต์จะต่ำกว่า/สูงกว่า (.....) จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง" คำตอบคือ สูงกว่า

2. "น้ำแข็งมีอุณหภูมิที่ 0°C . ถ้าต้องการให้อุณหภูมิต่ำกว่า 0°C . จะต้องผสม....." คำตอบคือ เกลือ

กรอบนี้ปรากฏว่าผู้เขียนบทเรียนยังไม่ได้ออกกรอบตั้งต้น (Set Frame) ฉะนั้นจึงได้เปลี่ยนวิธีเสนอข้อมูลใหม่ คือ

กรอบที่ 64 "ถ้าเติมเกลือลงไปใต้น้ำแข็งทิ้งไว้สักครู่ แล้วอ่านเทอร์โมมิเตอร์ จะมียุทธภูมิต่ำกว่า 0°ซ. ฉะนั้นระหว่างน้ำแข็งปนเกลือ และน้ำแข็ง อะไรจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า" คำตอบ คือ น้ำแข็งปนเกลือ

กรอบที่ 65 "การที่เราเติมเกลือลงไปใต้น้ำแข็ง แล้วทำให้อุณหภูมิลดลงเพราะ น้ำแข็งเสียความร้อนให้เกลือ เพื่อทำให้เกลือละลาย ดังนั้นเราต้องการทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°ซ. เราต้องเติม.....ลงไป คำตอบ คือ เกลือ

3. "ถ้าเอาชวคเปปซี่ซึ่งมีน้ำเต็มแช่ใต้น้ำแข็ง และเอาชวคแฟนต้าแช่ใต้น้ำแข็งปนเกลือ ชวคเปปซี่หรือชวคแฟนต้าจะเป็นก่อน กรอบนี้ไม่ถูกต้องทางหลักวิชา (Technical Accuracy) เพราะชวคเปปซี่กับชวคแฟนต้ามีปริมาตรไม่เท่ากัน เมื่อชวคหนึ่งไปแช่ใต้น้ำแข็ง และอีกชวคหนึ่งไปแช่ใต้น้ำแข็งปนเกลือ จึงเป็นการลำบากที่จะบอกได้ว่าชวคไหนจะเป็นก่อน ดังนั้นจึงได้แก้ไข คือ

กรอบที่ 69 "เอาชวคเปปซี่ซึ่งมีน้ำเต็มชวค ชวคหนึ่งแช่ใต้น้ำแข็ง และอีกชวคหนึ่งแช่ใต้น้ำแข็งปนเกลือ น้ำเปปซี่ที่แช่ในอะไรจะเป็นกว่า..... คำตอบ ในน้ำแข็งปน-เกลือ

4. "ถ้านักเรียนต้องการทำน้ำหวานให้เย็นลงโดยเร็ว นักเรียนก็เอาน้ำหวานใส่ภาชนะแล้วนำไปแช่ใน..... คำตอบ คือ น้ำแข็งปนเกลือ

ส่วนมากแล้ว นักเรียนตอบว่า ตูเย็น ดังนั้น จึงแก้ไข คือ

กรอบที่ 68 "นักเรียนต้องการทำน้ำหวานให้เย็น แต่ไม่มีตูเย็นนักเรียนก็เอาน้ำหวานใส่ภาชนะแล้วนำไปแช่ใน..... คำตอบคือน้ำแข็งปนเกลือ

5. "การหล่อคือการทำให้ของแข็งร้อนจัดจนหลอมเหลว แล้วเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อของเหลวเย็นลงจะกลายเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเหมือนแบบพิมพ์นั้น ถ้าเราทำตะกั่วให้หลอมเหลวแล้วเทลงในจาน เมื่อทิ้งไว้จนแข็งตัวก็จะได้ตะกั่วซึ่งมีรูปร่างเหมือนจาน เราเรียกวิธีการนี้ว่า..... คำตอบ คือ การหล่อ

ส่วนมากแล้วนักเรียนตอบว่าการหลอมเหลวและการแข็งตัว เพราะว่ากรอบก่อนกรอบนี้ได้นั้นจึงแก้ไขคือ รวมสองกรอบเข้าด้วยกัน คือ กรอบ 72 "มนุษย์ได้นำประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และจากของเหลวเป็นของแข็งมาประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการหลอมเหลวและการแข็งตัว เช่นการหล่อโลหะให้เป็นรูปต่าง ๆ การหล่อคือ การทำให้ของแข็งร้อนจัดจนหลอมเหลว แล้วเทลงในแบบพิมพ์เมื่อของเหลวคายความร้อนก็จะกลายเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเหมือนแบบพิมพ์นั้น

ทำตะกั่วให้หลอมเหลว แล้วเทลงในจาน เมื่อทิ้งไว้ให้แข็งตัวก็จะได้ตะกั่วที่มีรูปร่างเหมือนจาน เราเรียกวิธีการนี้ว่า.....คำตอบ คือ การหล่อ

6. "อีเทอร์จะระเหยได้เร็วกว่าอัลกอฮอล์ แสดงว่าอีเทอร์ดูความร้อนได้.....กว่าอัลกอฮอล์" คำตอบคือ มากกว่า

ส่วนมากแล้วนักเรียนจะตอบว่าเร็วกว่า เนื่องจากว่าผู้เขียนบทเรียนเสนอกรอบฝึกหัดน้อยเกินไป, นักเรียนยังแยกคำว่าเร็วกว่า-มากกว่า ไม่ได้ ดังนั้น จึงเพิ่มกรอบฝึกหัดอีก คือ

กรอบที่ 125 "นำสำลี 2 ก้อนเท่า ๆ กัน ก้อนหนึ่งชุบน้ำ อีกก้อนหนึ่งชุมอัลกอฮอล์ให้เปียกพอ ๆ กัน แล้วทดลองบนหลังมือทั้งสองของเพื่อน และหลังมือทั้งสองของนักเรียน จะรู้สึกอย่างไรด้วยกันคือ หลังมือข้างที่ทาด้วยอัลกอฮอล์จะเย็นกว่าข้างที่ทาด้วยน้ำ และอัลกอฮอล์จะแห้งไปหมด ส่วนมือข้างที่ทาด้วยน้ำยังเปียกอยู่ แสดงว่า อัลกอฮอล์ระเหยได้.....กว่าน้ำ จึงดูความร้อนจากสิ่งที่อยู่ใกล้เคียงไคน้อยกว่า/มากกว่า (.....)" คำตอบคือ เร็ว, มากกว่า

กรอบที่ 126 "อีเทอร์จะระเหยได้เร็วกว่า อัลกอฮอล์ ดังนั้นอีเทอร์ดูความร้อนได้.....อัลกอฮอล์ คำตอบคือ มากกว่า

การทดลองภาคสนาม

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่ได้ไปทดลองแบบกลุ่มเล็กแล้ว จึงได้นำบทเรียนไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนตารากาม จำนวน 100 คน บทเรียนแบบโปรแกรมที่ไปทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 233 กรอบ 279 คำตอบ ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนการทำข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

จำนวนนักเรียน 100 คะแนนก่อนเรียนบทเรียน คะแนนหลังเรียนบทเรียน คะแนนความก้าวหน้า			
คะแนนรวม	2063	3480	1417
คะแนนเฉลี่ย	20.63	34.80	14.17
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	51.57	87.00	35.43

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทำข้อทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้วได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87 เท่านั้น แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจมีประสิทธิภาพไม่ถึงมาตรฐานร้อยละ 90 ที่หวัง ตามมาตรฐานร้อยละ 90/90 ที่ตั้งไว้

เมื่อผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนแล้ว จึงได้นำบทเรียนมาตรวจคำตอบแต่ละกรอบ (ดังผนวก ง.) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์บทเรียนแบบโปรแกรม

จำนวนคำตอบที่ตอบถูก	ค่าตอนที่ถูกเฉลี่ยร้อยละ
26,075	93.46

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโดยเฉลี่ยแล้ว ทำถูกต้องร้อยละ 93.46 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจมีประสิทธิภาพถึงมาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหน้า ซึ่งหมายถึง การที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย ร้อยละ 90 ตามมาตรฐานร้อยละ 90/90 ที่ได้ตั้งไว้

การประเมินค่าประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม

ปรากฏว่าบทเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้เล็กน้อย จากการทดลองภาคสนามปรากฏว่ามาตรฐาน 90 ตัวหน้า นักเรียนทำได้เฉลี่ยร้อยละ 93.46 แต่มาตรฐาน 90 ตัวหลัง นักเรียนทำได้เฉลี่ยร้อยละ 87.00 เท่านั้น ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 3.00

แม้ว่าผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนจะต่ำกว่ามาตรฐานที่วางไว้เพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่เพื่อจะทราบว่าบทเรียนนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

N	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{d}	$\sigma_{\bar{d}}$	C.R.(z)
100	20.63	34.80	14.17	0.41	34.56*

$$* p < .01$$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนวิกฤต (C.R.) ค่า z ที่คำนวณได้เท่ากับ 34.56 เพราะฉะนั้นค่า z ที่คำนวณได้ $34.56 > 2.58$ แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึงอาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้ว การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมครั้งนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง