



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีรูปแบบฟาเซทในการสร้างและพัฒนาแบบสอบถามเชิงทฤษฎีแนวคิดศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และแบบสอบถามเรื่อง รูปทรงและปริมาตร โดยใช้เทคนิคการกำหนดรูปแบบฟาเซท ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดอุทัยธานี ประกอบด้วยสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ 7 อำเภอ และ 1 กิ่งอำเภอ มีจำนวนนักเรียนชั้น ป.6 รวมทั้งสิ้น 5,035 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในจังหวัดอุทัยธานี

สพอ./กิ่ง	จำนวนกลุ่มโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนนักเรียน ป.6		
			ชาย	หญิง	รวม
1. เมือง	5	32	339	297	636
2. หนองขาหย่าง	3	23	149	137	286
3. หนองฉาง	5	40	362	336	698
4. ทับทัน	5	36	315	278	593
5. บ้านไร่	6	53	551	485	1,036
6. สว่างอารมณ์	5	31	311	306	617
7. ลานสัก	4	30	467	449	916
8. ห้วยคต	2	12	122	131	253
รวม	35	257	2,616	2,419	5,035

ที่มา : สถิติการศึกษา ปี2532 หน่วยศึกษานิเทศน์ สำนักงานการประถมศึกษา จ.อุทัยธานี

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชายหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 704 คน ซึ่งได้จากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของยามาเน (Yamane, 1973) ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อน .05 พบว่า ประชากรขนาด 5,035 คน จะได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 566 คน ในที่นี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง 704 คน โดยมีวิธีการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) ดังนี้

1. แบ่งประชากรนักเรียนตามลักษณะพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ จะได้นักเรียนเป็น 8 กลุ่มอำเภอ นำมาพิจารณาทุกอำเภอ แต่ละอำเภอแบ่งนักเรียนตามกลุ่มโรงเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 35 กลุ่มโรงเรียน
2. สุ่มกลุ่มโรงเรียนในแต่ละอำเภอโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายมาประมาณ 50% ของจำนวนกลุ่มโรงเรียนในอำเภอนั้น
3. สุ่มโรงเรียนในแต่ละกลุ่มโรงเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายมากลุ่มโรงเรียนละ

1 โรงเรียน และจะใช้นักเรียนทั้งหมดในทุกระหว่างโรงเรียนที่สุ่มได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

สพอ./กิ่ง	กลุ่มโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน(คน)
1. เมืองฯ	กลุ่มพัฒนาศึกษา	รร.อนุบาลเมืองอุทัยธานี	123
	กลุ่มสะแกกรัง	รร.บ้านเนินตุม	23
2. หนองขาหย่าง	กลุ่มทักษิณศึกษา	รร.ชุมชนบ้านหนองขาหย่าง	31
3. หนองฉาง	กลุ่มหนองฉาง	รร.วัดหนองขุนชาติ	55
	กลุ่มเมืองอุทัยเก่า	รร.วัดหัวเมือง	13
4. ทักษิณ	กลุ่มอุดมศึกษา	รร.ชุมชนวัดทักษิณ	68
	กลุ่มเสมาประสิทธิ์	รร.วัดเขาปฐวี	49
5. สว่างอารมณ์	กลุ่มสว่างอารมณ์	รร.ชุมชนสว่างอารมณ์	38
	กลุ่มหนองหลวง	รร.วัดเขาดาวเรือง	21
6. บ้านไร่	กลุ่มบ้านไร่	รร.บ้านไร่	46
	กลุ่มเมืองการุ้ง	รร.ชุมชนบ้านเมืองการุ้ง	71
	กลุ่มทัพหลวง	รร.วัดทัพหลวง	14
7. ลานสัก	กลุ่มป่าอ้อ	รร.วัดเขาฆ้องชัย	26
	กลุ่มป่าสัก	รร.บ้านเก่า	93
8. ห้วยคต	กลุ่มห้วยคต	รร.ไทยรัฐวิทยา 58	33
รวม			704

แต่เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคน จะต้องได้รับการทดสอบถึง 3 ครั้ง คือ สอบก่อนเรียน (Pre-test) สอบหลังเรียน (Post-test) และสอบหลังเรียนอีกครั้ง โดยใช้แบบสอบคู่ขนาน ดังนั้นจึงมีนักเรียนบางคน ที่สอบไม่ครบทั้ง 3 ครั้ง ซึ่งจะแสดงจำนวนนักเรียนที่มาสอบในแต่ละครั้ง ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มาสอบในแต่ละครั้ง

สปอ./กิ่ง	โรงเรียน	ครั้งที่ 1 (สอบก่อนเรียน)	ครั้งที่ 2 (สอบหลังเรียน)	ครั้งที่ 3 (สอบซ้ำ)
1. เมืองฯ	รร.อนุบาลเมืองอุทัยธานี	122	123	122
	รร.บ้านเนินตุม	19	22	20
2.หนองขาหย่าง	รร.ชุมชนบ้านหนองขาหย่าง	30	30	28
3. หนองฉาง	รร.วัดหนองขุนชาติ	53	54	53
	รร.วัดหัวเมือง	13	13	13
4. ทับทัน	รร.ชุมชนวัดทับทัน	67	68	68
	รร.วัดเขาปฐวี	47	49	47
5.สว่างอารมณ์	รร.ชุมชนสว่างอารมณ์	37	36	34
	รร.วัดเขาดาวเรือง	21	17	20
6. บ้านไร่	รร.บ้านไร่	46	45	45
	รร.ชุมชนบ้านเมืองการุ้ง	63	68	60
	รร.วัดทัพหลวง	14	14	14
7. ลานสัก	รร.วัดเขาฆ้องชัย	25	26	26
	รร.บ้านเก่า	91	91	90
8. ทัพคต	รร.ไทยรัฐวิทยา 58	31	30	32
รวม		679	686	672

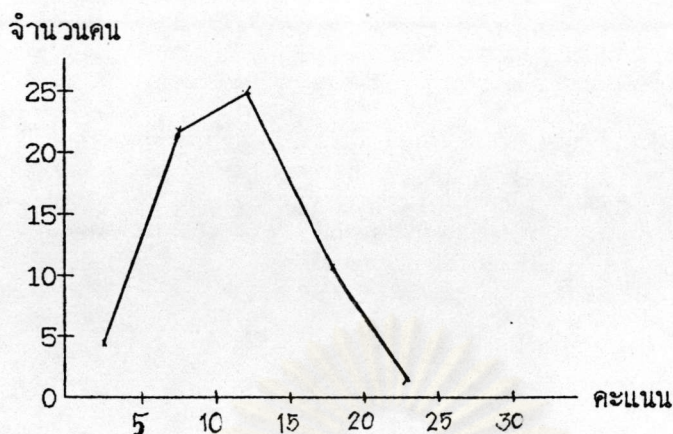
จากตารางที่ 6 พบว่านักเรียนในแต่ละโรงเรียน มาสอบไม่ครบตามจำนวนเต็ม ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์จะต้องเป็นนักเรียนคนเดียวกันสอบทั้ง 3 ครั้ง และเนื่องจากนักเรียนที่ขาดสอบแต่ละครั้งบางครั้งไม่ใช่คนเดียวกัน ภายใต้อำนาจจำกัดของเวลาทำให้ไม่สามารถติดตามการสอบของนักเรียนที่ขาดไปได้ ดังนั้นจึงเหลือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง

สพอ./กิ่ง	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน(คน)	
		ที่สุ่มมา	ที่ใช้จริง
1. เมืองฯ	รร.อนุบาลเมืองอุทัยธานี	123	121
	รร.บ้านเนินตุม	23	16
2. หนองขาหย่าง	รร. ชุมชนบ้านหนองขาหย่าง	31	28
3. หนองฉาง	รร. วัดหนองขุนชาติ	55	50
	รร. วัดหัวเมือง	13	13
4. ทักษิณ	รร. ชุมชนวัดทักษิณ	68	67
	รร. วัดเขาปฐวี	49	45
5. สว่างอารมณ์	รร. ชุมชนสว่างอารมณ์	38	31
	รร. วัดเขาดาวเรือง	21	16
6. บ้านไร่	รร. บ้านไร่	46	43
	รร. ชุมชนบ้านเมืองกาฐัง	71	55
	รร. วัดทัพหลวง	14	14
7. ลานสัก	รร. วัดเขาฆ้องชัย	26	25
	รร. บ้านเก่า	93	87
8. ห้วยคต	รร. ไทยรัฐวิทยา 58	33	29
รวม		704	640

จากตารางที่ 7 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมามีทั้งหมด 704 คน แต่เมื่อเก็บข้อมูลแล้ว เหลือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง 640 คน กลุ่มตัวอย่างที่ขาดหายไปมี 64 คน เมื่อนำคะแนนสอบหลังเรียนหรือสอบเข้าของกลุ่มที่หายไปมาศึกษา พบว่า มีนักเรียนที่สอบก่อนเรียน แต่ไม่ได้สอบหลังเรียนทั้งสองครั้ง 2 คน ดังนั้นนักเรียนทั้ง 2 คนนี้จะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากไม่มีคะแนนที่จะนำมาสนับสนุนว่าจัดอยู่ในกลุ่มใด ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่หายไป ที่นำมาศึกษาลักษณะของกลุ่มจึงมีจำนวน 62 คน ปรากฏผลดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ลักษณะการแจกแจงของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ขาดหายไป



จากภาพที่ 3 พบว่า การแจกแจงของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่หายไป มีลักษณะใกล้เคียงกับโค้งปกติ นั่นคือ มีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน นักเรียนที่ขาดหายไปส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ได้คะแนน 10-15 คะแนน) ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่หายไปมีความสามารถที่มีการกระจายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน จึงไม่น่าจะมีผลต่อการวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นแบบสอบอิงเกณฑ์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกวิชาคณิตศาสตร์ชั้นป.6 เรื่องรูปทรงและปริมาตร ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคการกำหนดรูปแบบฟาเซท

การสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างและพัฒนาแบบสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้รูปแบบฟาเซท

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" ซึ่งเป็นหัวข้อที่นักเรียนกำลังจะเรียนในช่วงการเก็บข้อมูลวิจัย เป็นเรื่องที่มีสัดส่วนเป็น 1 ใน 12 ของเนื้อหาทั้งหมดที่เรียนในชั้นนี้ และนักเรียนได้ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว เช่น การบวก ลบ คูณ ทหาร

จำนวนเต็ม ทศนิยม การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม และเรื่องรูปเรขาคณิต เป็นต้น จากเรื่องรูปทรงและปริมาตรผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

- 1) การหาปริมาตรและความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 2) รูปทรงต่างๆ
- 3) รูปบนระนาบที่เกิดจากการตัดรูปทรง
- 4) การหาความจุหรือปริมาตรของรูปทรงต่างๆด้วยวิธีการทดลอง

จากขอบเขตของเนื้อหาดังกล่าว หลักสูตรได้กำหนดวัตถุประสงค์หลักไว้ คือ

"เพื่อให้นักเรียนทำโจทย์เกี่ยวกับรูปทรงและปริมาตรได้"

จากวัตถุประสงค์หลัก ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์ย่อยสำหรับใช้ในการสร้างรูปแบบพาชะต โดยมียุทธศาสตร์ย่อย ดังนี้

- 1) เมื่อกำหนดรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรได้
 - 2) เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้
 - 3) เมื่อกำหนดรูปทรงลักษณะต่างๆให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเป็นรูปทรงชนิดใด
 - 4) เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าหน้าตัดหรือด้านข้างของรูปทรงที่กำหนดให้ เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด
 - 5) เมื่อกำหนดรูปทรงให้ นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตของหน้าตัดที่เกิดจากการตัดรูปทรงด้วยระนาบในแนวอนและแนวตั้งได้
 - 6) เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆ ทั้งกลวงและตันให้ นักเรียนสามารถบอกวิธีการทดลอง หรือคิดคำนวณหาปริมาตร/ความจุได้ด้วยกระบวนการทดลอง
3. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์ย่อยกับเนื้อหาวิชา (อยู่ภาคผนวก ก. หน้า 103) แล้วนำไปให้ผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ท่าน ตัดสินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ย่อย แล้วนำคะแนนความคิดเห็นมาคำนวณค่าเฉลี่ย เพื่อพิจารณาค่าความสอดคล้อง ผลปรากฏว่า เนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ย่อยมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น
4. นำเนื้อหาและจุดประสงค์ย่อยจากข้อ 3 มาสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ย่อย และระบุจำนวนข้อที่จะออกข้อสอบ โดยให้นำหน้าหนักตามความสำคัญของเนื้อหา ซึ่งพิจารณาจากจำนวนคาบเวลาที่ใช้สอน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ และระบุน้ำหนักรายข้อ

เนื้อหา	จุดประสงค์ย่อย	น้ำหนักรายข้อ	
		คิดเป็น %	จำนวนข้อ
1. การหาปริมาตรและความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. เมื่อกำหนดรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้นักเรียนสามารถหาปริมาตรได้	12.5	3
	2. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร หรือความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้	37.5	10
2. รูปทรงต่างๆ	3. เมื่อกำหนดรูปทรงลักษณะต่างๆให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่า เป็นรูปทรงชนิดใด	12.5	3
	4. เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่า หน้าตัด หรือด้านข้าง ของรูปทรงที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด	12.5	3
3. รูปบนระนาบที่เกิดจากระนาบตัดรูปทรง	5. เมื่อกำหนดรูปทรงให้นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตของหน้าตัดที่เกิดจากการตัดรูปทรงด้วยระนาบในแนวนอนและแนวตั้งได้	12.5	3
4. การหาความจุหรือ ปริมาตรของรูปทรงต่างๆด้วยการทดลอง	6. เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆ ทั้งกลวงและตันให้นักเรียนสามารถบอกวิธีการทดลองหรือคิดคำนวณหาปริมาตร/ความจุได้ด้วยกระบวนการทดลอง	12.5	3
		100	25

5. จากขอบเขตของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ย่อยที่กำหนด ผู้วิจัยได้นำมาสร้างรูปแบบฟาเซทขึ้นทั้งหมด 6 รูปแบบ โดยสร้างจากจุดประสงค์ย่อยละ 1 รูปแบบ ในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วย รูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นคำถาม และรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นตัวเลือก รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างข้อคำถามและตัวเลือกนี้ สร้างขึ้นโดยการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่งๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อยๆ ที่สามารถอธิบายมโนทัศน์ของจุดประสงค์นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน จำนวนฟาเซททั้งหมดที่เป็นไปได้ นั้น ขึ้นอยู่กับขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

จุดประสงค์ที่ 1 เมื่อกำหนดรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้ นักเรียนสามารถหาปริมาตรได้

เนื้อหา

1. การคูณจำนวนนับและทศนิยม
2. การหาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้คำนวณหาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยกำหนดให้

ฟาเซท ก. การเสนอข้อมูล

1. รูปภาพของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงให้เห็นลูกบาศก์หน่วย
2. รูปภาพของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงความกว้าง ยาว และสูง
3. โจทย์บรรยายถึงสิ่งของที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ฟาเซท ข. ความกว้างของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. เลขหลักเดียว
2. เลขสองหลัก
3. เลขทศนิยม

ฟาเซท ค. ความยาวของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. เลขหลักเดียว
2. เลขสองหลัก
3. เลขทศนิยม

ฟาเซท ง. ความสูงของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. เลขหลักเดียว
2. เลขสองหลัก
3. เลขทศนิยม

ฟาเซท จ. รูปแบบของหน่วยวัด

1. หน่วย
2. เซนติเมตร
3. เมตร

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบของการหาปริมาตรจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

ฟาเซท ฉ. สูตรคำนวณหาปริมาตร

1. ความกว้าง \times ความยาว \times ความสูง
2. กว้าง \times ยาว หรือ ยาว \times สูง หรือ กว้าง \times สูง
3. กว้าง+ยาว+สูง
4. ใช้วิธีนับลูกบาศก์

ฟาเซท ช. วิธีการคำนวณ

1. คำนวณลูก
2. คำนวณผิด เช่น ทดผิด ลืมทศ ลืมใส่ทศนิยม เป็นต้น

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 1 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุกๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $ก_1, ข_1, ค_1, ง_1$ นั่นคือ ลักษณะโจทย์ต้องเป็นรูปภาพของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงให้เห็นลูกบาศก์หน่วย โดยมีความกว้าง ความยาว และความสูงเป็นเลขหลักเดียว ในการสร้างตัวเลือก ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกสมาชิกจากทุกๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกมาฟาเซทละ 1 ตัวเช่นกัน โดยที่กำหนดตัวเลือกถูก 1 ตัว และในการสร้างตัวลวงไม่ควรใช้การสุ่มเพราะอาจได้ตัวลวงที่ไม่ดี ดังนั้นตัวลวงที่ดีควรเป็นตัวลวงที่น่าเลือก ซึ่งเลือกได้ดังนี้

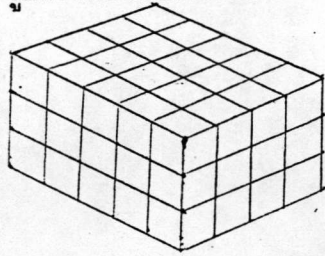
- ข้อ ก. สร้างจาก $ฉ_3, ข_1$ นั่นคือ ใช้สูตรผิดเพราะใช้ กว้าง+ยาว+สูง แต่คำนวณลูก
- ข้อ ข. สร้างจาก $ฉ_2, ข_1$ นั่นคือ ใช้สูตรผิดเพราะใช้ กว้าง \times ยาว แต่คำนวณลูก
- ข้อ ค. สร้างจาก $ฉ_4, ข_2$ นั่นคือ ใช้วิธีนับลูกบาศก์ แต่นับผิด
- ข้อ ง. สร้างจาก $ฉ_1, ข_1$ นั่นคือ ใช้สูตรถูกเพราะใช้ กว้าง \times ยาว \times สูง และใช้

วิธีการคำนวณลูก

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนด สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) รูปทรงที่กำหนดให้นี้มีปริมาตรเท่าใด (สร้างจาก n_1, n_2, n_3, n_4, n_5)

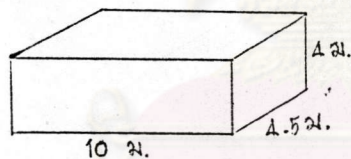


- ก. 12 ลูกบาศก์หน่วย (n_3, n_1)
- ข. 20 ลูกบาศก์หน่วย (n_2, n_1)
- ค. 47 ลูกบาศก์หน่วย (n_4, n_2)
- ง. 60 ลูกบาศก์หน่วย (n_1, n_1)

ข้อสังเกต จากตัวอย่างที่สร้างจะพบว่า การสร้างข้อสอบโดยวิธีนี้ทำให้ทราบที่มาของข้อคำถาม ตัวเลขและตัวเลข โดยเฉพาะตัวเลขสามารถใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ เช่น ตัวเลข ข้อ ข. สร้างจาก n_2, n_1 ต่างจากตัวเลขถูก ข้อ ง. ที่สร้างจาก n_1, n_1 ที่ ฟาเซท จ คือ n_2 จะใช้วินิจฉัยได้ว่านักเรียนบกพร่องเพราะใช้สูตรผิด อันเป็นแนวทางในการสอนซ่อมเสริมได้

นอกจากนี้ยังสามารถสร้างข้อสอบรูปแบบอื่นๆได้ ถ้ากำหนดรูปแบบฟาเซทที่ต่างกัน เช่น ตัวอย่าง ข้อ (00)

(00) รูปทรงที่กำหนดให้นี้มีปริมาตรเท่าใด (สร้างจาก n_2, n_3, n_4, n_5)



- ก. 1,800 ลูกบาศก์เมตร (n_1, n_2)
- ข. 180 ลูกบาศก์เมตร (n_1, n_1)
- ค. 45 ลูกบาศก์เมตร (n_2, n_1)
- ง. 18.5 ลูกบาศก์เมตร (n_3, n_1)

จากข้อ(00) จะพบว่าตัวเลข ก. จะต่างจากตัวเลข ข. ที่ฟาเซท ช. คือ n_2 เป็นการคำนวณผิดที่เกิดจากการคูณผิดเพราะลืมใส่จุดทศนิยม

จุดประสงค์ที่ 2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุ ของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้

เนื้อหา 1. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับ และทศนิยม

2. การคำนวณ โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุ ของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้คำนวณ โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุ โดยที่

ฟาเซท ก. โจทย์ปัญหากำหนดให้คำนวณเกี่ยวกับ

1. ปริมาตร/ความจุ
2. ด้านใดด้านหนึ่งของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

3. คำนวณเงินเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุ
4. ปริมาตรหรือความจุเมื่อมีจำนวนเพิ่มขึ้นหรือลดลงครั้งละเท่าๆกัน

ฟาเซท ข. ลักษณะโจทย์

1. คิดตอนเดียว
2. คิดหลายตอน

ฟาเซท ค. การกำหนดความยาวแต่ละด้านของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. เป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด
2. มีทั้งจำนวนเต็มและทศนิยม

ฟาเซท ง. การกำหนดหน่วยวัดของแต่ละด้านของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. เป็นหน่วยเดียวกันทั้งหมด
2. หน่วยต่างกันโดยสามารถแปลงให้เป็นหน่วยเดียวกันได้

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

ฟาเซท จ. การคำนวณ

1. ใช้สูตรถูก เช่น

คำนวณหาปริมาตร/ความจุ = กว้าง×ยาว×สูง

หาความยาวของด้าน = $\frac{\text{พื้นที่}}{\text{กว้าง} \times \text{ยาว}}$ หรือ $\frac{\text{พื้นที่}}{\text{ยาว} \times \text{สูง}}$ หรือ $\frac{\text{พื้นที่}}{\text{กว้าง} \times \text{สูง}}$

คำนวณเงิน = (กว้าง×ยาว×สูง) × ราคาต่อหน่วย

ปริมาตรของทั้งหมด = (กว้าง×ยาว×สูง)×n หรือ (กว้าง×ยาว×สูง)/n

2. ใช้สูตรผิด เช่น

ปริมาตร/ความจุ ใช้ กว้าง+ยาว+สูง หรือ กว้าง×ยาว หรือ ยาว×สูง หรือ กว้าง×สูง

หาความยาวของด้านใช้สูตร พท.×กว้าง×ยาว หรือ กว้าง×ยาว

คำนวณเงิน กระทำไม่ครบขั้นตอน

หาปริมาตรของทั้งหมดกระทำไม่ครบขั้นตอน

ฟาเซท ฉ. การแปลงหน่วยวัด

1. ไม่ต้องแปลงหน่วย เพราะ เป็นหน่วยเดียวกัน
2. แปลงหน่วยถูก

3. แปลงหน่วยผิด
4. ไม่ได้แปลงหน่วยวัดให้เป็นหน่วยเดียวกัน

พาเซท ช. การคำนวณ

1. คำนวณถูก
2. คำนวณผิด เช่น ลืมทศ ทดผิด ลืมใส่ทศนิยม
3. คำนวณถูก แต่กระทำไม่ครบขั้นตอน(คิดตอนเดียว)

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจาก
 ทุกๆพาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว เช่น ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $g_1 x_1 c_1 g_1$
 นั่นคือ การกำหนดโจทย์ที่เป็นการคำนวณเกี่ยวกับปริมาตร/ความจุ มีลักษณะคิดตอนเดียว
 ความยาวแต่ละด้านเป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด และเป็นหน่วยเดียวกัน และเลือกสมาชิก
 จากทุกๆพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก ได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $g_2 n_1 z_1$ นั่นคือ ใช้สูตรผิดเพราะใช้กว้าง+ยาว+สูง ไม่ต้อง
 แปลงหน่วย และคำนวณถูก

ข้อ ข. สร้างจาก $g_2 n_1 z_1$ นั่นคือ ใช้สูตรผิดเพราะใช้กว้าง สูง อย่างเดียว
 ไม่ต้องแปลงหน่วย และคำนวณถูก

ข้อ ค. สร้างจาก $g_1 n_1 z_2$ นั่นคือ ใช้สูตรถูก ไม่ต้องแปลงหน่วย แต่คูณผิด
 เพราะลืมหด

ข้อ ง. สร้างจาก $g_1 n_1 z_1$ นั่นคือ ใช้สูตรถูก ไม่ต้องแปลงหน่วย และคำนวณถูก

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) ต้องการหล่อเสาคอนกรีตเสาหนึ่งซึ่งมีความกว้าง 15 เซนติเมตร หนา 15 เซนติเมตร
 สูง 100 เซนติเมตร จะต้องใช้คอนกรีตกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร(สร้างจาก $g_1 x_1 c_1 g_1$)

ก. 130 ($g_2 n_1 z_1$) ข. 1,500 ($g_2 n_1 z_1$)

ค. 20,500 ($g_1 n_1 z_2$) (ง.) 22,500 ($g_1 n_1 z_1$)

ข้อสังเกต จากตัวอย่าง ข้อ (0) จะพบว่า การที่นักเรียนเลือกตัวลงใดครู
 สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ เช่น ในข้อ (0) การที่นักเรียนเลือกตอบตัวลง
 ค. ซึ่งสร้างจาก $g_1 n_1 z_2$ จะต่างจากตัวเลือกถูกคือ ข้อ ง. ซึ่งสร้างจาก $g_1 n_1 z_1$ ที่พาเซท
 ช นั่นคือ การที่เลือก z_2 แสดงว่าเด็กบกพร่องเรื่อง การคูณ เพราะ ทดผิด

นอกจากนี้ยังสามารถสร้างข้อสอบรูปแบบอื่นๆได้ในกรณีที่กำหนดรูปแบบฟาเซตต่าง
กันออกไป เช่น ข้อ(00)

(00) สระน้ำรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 5 เมตร ยาว 8 เมตร บรรจุน้ำอยู่ 200 ลูกบาศก์
เมตร น้ำในสระลึกกี่เมตร (สร้างจาก g_2, z_1, c_1, g_1)

- (ก.) 5 เมตร (g_1, z_1, z_1) ข. 50 เมตร (g_1, z_1, z_2)
ค. 40 เมตร (g_2, z_1, z_3) ง. 213 เมตร (g_2, z_1, z_1)

จุดประสงค์ที่ 3 เมื่อกำหนดรูปทรงลักษณะต่างๆให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเป็นรูปทรงชนิดใด

- เนื้อหา
1. การรู้จักรูปทรงเรขาคณิต
 2. ลักษณะรูปทรงชนิดต่างๆ

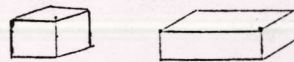
รูปแบบฟาเซตที่ใช้สร้างคำถาม ให้บอกชื่อรูปทรงที่กำหนดให้ โดยที่

ฟาเซต ก. การรู้จักรูปทรงในลักษณะที่เป็น

1. ภาพรูปทรงเรขาคณิต
2. ภาพสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิต

ฟาเซต ข ลักษณะรูปทรงที่กำหนดให้

1. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เช่น



2. รูปทรงกระบอก เช่น



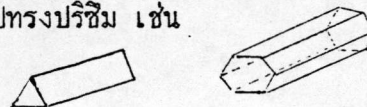
3. รูปทรงกลม เช่น



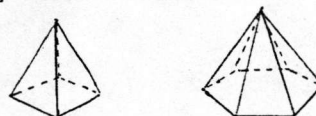
4. รูปทรงกรวย เช่น



5. รูปทรงปริซึม เช่น



6. รูปทรงปิระมิด เช่น



รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

ฟาเซท ค. ชุดของตัวเลือก

- | | |
|---------------------------|------------------|
| 1. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก | 7. รูปสามเหลี่ยม |
| 2. รูปทรงกระบอก | 8. รูปสี่เหลี่ยม |
| 3. รูปทรงกลม | 9. รูปห้าเหลี่ยม |
| 4. รูปทรงกรวย | 10. รูปหกเหลี่ยม |
| 5. รูปทรงปริซึม | 11. รูปวงกลม |
| 6. รูปทรงปิระมิด | 11. รูปวงรี |

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ที่ 3 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุกๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างข้อคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว เช่น เลือกข้อสอบที่มีคำถามเป็น $ก_๕$ นั้น คือ ลักษณะโจทย์ต้องเป็นภาพรูปทรงเรขาคณิตที่เป็นรูปทรงปิระมิด และเลือกสมาชิกจาก ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกมาข้อละ 1 ตัว ดังนี้

ข้อ ก. $ค_๔$ เป็นรูปทรงกรวย ตอบผิด

ข้อ ข. $ค_๕$ เป็นรูปทรงปริซึม ตอบผิด

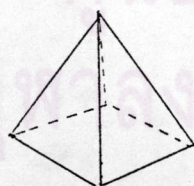
ข้อ ค. $ค_๖$ เป็นรูปทรงปิระมิด ตอบถูก เพราะ เรียกชื่อได้ตรงกับรูปที่กำหนด

ข้อ ง. $ค_๗$ เป็นรูปสามเหลี่ยม ตอบผิด

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดสามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

ตัวอย่างข้อสอบ

(๐)



รูปทรงที่กำหนดให้นี้เป็นรูปทรงอะไร (สร้างจาก $ก_๕$)

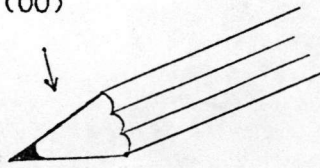
ก. กรวย ($ค_๔$) ข. ปริซึม ($ค_๕$)

(ค.) ปิระมิด ($ค_๖$) ง. สามเหลี่ยม ($ค_๗$)

ข้อสังเกต การที่นักเรียนเลือกตัวลวงที่ต่างจากตัวเลือกถูก จะวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ เช่นการที่นักเรียนตอบตัวเลือก ก. ครูจะวินิจฉัยได้ว่าเด็กตอบผิดเพราะอาจเกิดความสับสนที่รูปทรงมีรูปร่างคล้ายกัน ดังนั้นต้องสร้างความคิดรวบยอดใหม่ให้กับเด็ก เช่น ทรงกรวยมียอดแหลมเหมือนกับปิระมิดแต่จะไม่มีเหลี่ยม เป็นต้น

นอกจากนี้ ถ้ากำหนดรูปแบบฟาเซทที่ต่างออกไป ก็จะได้ข้อสอบที่ต่างกัน เช่น

(00)



จากรูปที่กำหนดให้บริเวณที่ลูกศรชี้มีลักษณะเป็นรูปทรงอะไร (n_2 x_4)

- (ก.) กรวย (n_4) ข. ปริซึม (n_5)
 ค. พีระมิต (n_6) ง. สามเหลี่ยม (n_7)

จุดประสงค์ที่ 4 เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าหน้าตัดหรือด้านข้างของรูปทรงที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด

เนื้อหา

1. รูปทรงชนิดต่างๆ
2. รูปเรขาคณิต
3. ลักษณะหน้าตัดและด้านข้างของรูปทรง

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างคำถาม ให้บอกชื่อรูปเรขาคณิตที่เป็นหน้าตัดหรือด้านข้างของรูปทรง

ฟาเซท ก รูปทรงของรูปภาพ

1. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. รูปทรงกรวย
3. รูปทรงกระบอก
4. รูปทรงปริซึม
5. รูปทรงพีระมิต

ฟาเซท ข. ลักษณะของรูปภาพ

1. หน้าตัดของรูปทรง
2. ด้านข้างของรูปทรง

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

ฟาเซท ค. รูปเรขาคณิตที่เป็นหน้าตัดหรือด้านข้างของรูปทรง

1. รูปสามเหลี่ยม
2. รูปสี่เหลี่ยม
3. รูปห้าเหลี่ยม
4. รูปหกเหลี่ยม
5. รูปวงกลม
6. รูปวงรี

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 4 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุกฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น n_5 x_2 นั่นคือลักษณะโจทย์ต้องกำหนดรูปทรงพีระมิต แล้วถามรูปเรขาคณิตที่เป็นด้านข้างของรูปทรง และเลือกสมาชิกจากฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกมาข้อละ 1 ตัว ดังนี้

ข้อ ก. n_1 ตอบรูปสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นตัวเลือกถูก

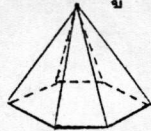
ข้อ ข. c_3 ตอบรูปห้าเหลี่ยม ตอบผิด

ข้อ ค. c_4 ตอบรูปหกเหลี่ยม ตอบผิด

ข้อ ง. c_5 ตอบรูปวงกลม ตอบผิด

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) ด้านข้างของรูปที่กำหนดให้นี้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด (สร้างจาก ก_๓ข_๒)



ก.) รูปสามเหลี่ยม (c_1) ข. รูปห้าเหลี่ยม (c_3)

ค. รูปหกเหลี่ยม (c_4) ง. รูปวงกลม (c_5)

ข้อสังเกต การที่นักเรียนเลือกตัวเลขที่ต่างจากตัวเลขถูก ครูย่อมวินิจฉัยได้ว่า ผู้เรียนบกพร่องเรื่องใด เช่น ถ้านักเรียนเลือกตอบข้อ ค. แสดงว่า ตอบผิดเพราะอาจเกิดความสับสนระหว่างด้านข้างส่วนใดเป็นหน้าตัด ซึ่งครูสามารถนำไปพิจารณาสอบซ่อมเสริมได้ นอกจากนี้ถ้ากำหนดรูปแบบฟาเซทที่ต่างกัน ก็จะได้ข้อสอบที่ต่างกันเพิ่มขึ้น เช่น

(00) ด้านบนและด้านล่างของกระป๋องรูปทรงที่กำหนดให้นี้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด

(สร้างจาก ก_๓ข_๑)



ก. รูปวงรี (c_6) (ข.) รูปวงกลม (c_5)

ค. รูปสี่เหลี่ยม (c_2) ง. รูปสามเหลี่ยม (c_1)

จุดประสงค์ที่ 5 เมื่อกำหนดรูปทรงให้ นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตของหน้าตัดที่เกิดจากการตัดรูปทรงด้วยระนาบในแนวนอนและแนวตั้งได้

เนื้อหา 1. รูปทรงชนิดต่างๆ

2. รูปเรขาคณิต

3. การตัดรูปทรงด้วยระนาบในแนวนอนและแนวตั้ง

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างคำถาม ให้ออกชื่อรูปเรขาคณิตที่เกิดจากระนาบตัดรูปทรง โดยที่

ฟาเซท ก. โจทย์กำหนดรูปบนระนาบที่เกิดจากระนาบตัดรูปทรง

1. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2. รูปทรงกลม

3. รูปทรงกรวย

4. รูปทรงกระบอก

5. รูปทรงปริซึม

6. รูปทรงปิระมิด

พาเซท ข. การตัดรูปทรง

1. ในแนวนอน
2. ในแนวตั้ง

รูปแบบพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบถูกจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

พาเซท ค. รูปเรขาคณิตที่เกิดจากการตัดรูปทรง

1. รูปสามเหลี่ยม
2. รูปสี่เหลี่ยม
3. รูปห้าเหลี่ยม
4. รูปหกเหลี่ยม
5. รูปวงกลม
6. รูปครึ่งวงกลม
7. รูปวงรี

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 5 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจาก
ทุกพาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $ก_๓ข_๑$ นั่นคือ
ลักษณะโจทย์ต้องเป็น การกำหนดรูปบนระนาบที่เกิดจากระนาบตัดรูปทรงกรวยในแนวนอน
และเลือกสมาชิกจากทุกพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก ได้ดังนี้

ข้อ ก. $ค_๑$ ตอบรูปสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

ข้อ ข. $ค_๒$ ตอบรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

ข้อ ค. $ค_๕$ ตอบรูปวงกลม ตอบถูก เพราะเรียกชื่อรูปเรขาคณิตที่เป็นหน้าตัด

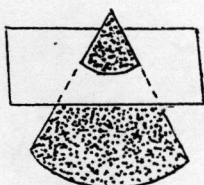
ได้ถูกต้อง

ข้อ ง. $ค_๗$ ตอบรูปวงรี ซึ่งเป็นคำตอบผิด

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนด สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

ตัวอย่างข้อสอบ

(๐) รูปบนระนาบที่เกิดจากการตัดรูปทรงนี้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด(สร้างจาก $ก_๓ข_๑$)



ก. รูปสามเหลี่ยม($ค_๑ง_๒$)

ข. รูปสี่เหลี่ยม($ค_๒ง_๒$)

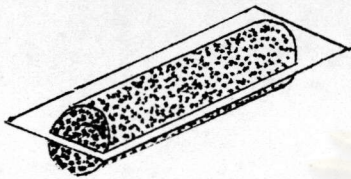
(ค.) รูปวงกลม($ค_๕ง_๑$)

ง. รูปวงรี($ค_๗ง_๒$)

ข้อสังเกต จากตัวอย่างที่สร้าง การที่นักเรียนเลือกตัวลวงที่ต่างจากตัวเลือกถูก
ครูสามารถใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ เช่น การที่นักเรียนเลือกตัวลวง ก. ครูยอม

วินิจฉัยได้ว่าเด็กตอบผิดเพราะเกิดความสับสนเรื่องการตัดรูปทรงในแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งครูจะนำไปสอนซ่อมเสริมได้

นอกจากนี้การสร้างข้อสอบที่ต่างออกไปสามารถทำได้โดยการกำหนดพาเซตที่ต่างกัน เช่น (00) รูปบนระนาบที่เกิดจากการตัดรูปทรงนี้เป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด(สร้างจาก ก₄ ข₁)



- ก. รูปสามเหลี่ยม(c_1) (ข.) รูปสี่เหลี่ยม(c_2)
ค. รูปวงกลม(c_3) ง. รูปครึ่งวงกลม(c_4)

จุดประสงค์ที่ 6 เมื่อกำหนดรูปทรงต่างๆ ทั้งกลวงและตันให้ นักเรียนสามารถบอกวิธีการ

หรือคิดคำนวณหาปริมาตร/ความจุได้โดยด้วยกระบวนการทดลอง

เนื้อหา

1. รูปทรงต่างๆทั้งกลวงและตัน
2. การหาปริมาตรของรูปทรงที่ตัน โดยการแทนที่น้ำ
3. การหาปริมาตรของรูปทรงที่กลวง โดยการตวง
4. การคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงอื่นๆ โดยการตวงด้วยลูกบาศก์หน่วย

รูปแบบพาเซตที่ใช้สร้างคำถาม

พาเซต ก. สิ่งที่โจทย์กำหนด

1. โจทย์ปัญหาที่ให้คำนวณหาปริมาตร/ความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรหรือความจุของรูปทรงอื่นๆ
2. ให้หาปริมาตรของรูปทรงที่ตันโดยการทดลองแทนที่น้ำ

พาเซต ข. รูปทรงที่ให้หาปริมาตร/ความจุโดยการทดลอง

1. รูปทรงกลม
2. รูปทรงกระบอก
3. รูปทรงกรวย
4. รูปทรงปริซึม

พาเซต ค. สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม

1. ให้คำนวณหาปริมาตร/ความจุของรูปทรงเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยใช้วิธีการทดลอง
2. วิธีการทดลองหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตที่ถูกต้อง

รูปแบบพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

พาเซท ง. ลักษณะตัวเลือก

1. เป็นคำตอบที่ได้จากการคำนวณ
2. เป็นภาพขั้นตอนการทดลอง

พาเซท จ. วิธีการหาคำตอบ

1. ลำดับขั้นตอนการทดลองถูก/ใช้สูตรคำนวณถูกเพราะเข้าใจการทดลอง/รู้สูตรการคำนวณหาปริมาตรแล้วนำไปหาปริมาตรรูปทรงอื่นได้
2. ลำดับขั้นตอนการทดลองผิด/ใช้สูตรผิด

พาเซท ฉ. การคำนวณ/บอกขั้นตอนการทดลอง

1. คำนวณถูก/บอกขั้นตอนถูก
2. คำนวณผิด/บอกขั้นตอนผิด เช่น คุณผิด คำนวณคนเดียว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อที่ 6 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุกพาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว เช่น ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $g_1 x_2 c_1$ นั่นคือลักษณะโจทย์ต้องเป็นการคำนวณหาปริมาตรรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงกระบอก และเลือกสมาชิกจากทุกพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกมาพาเซทละ 1 ตัวได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $g_1 j_2 n_1$ นั่นคือ ลักษณะตัวเลือกเป็นคำตอบที่ได้จากการคำนวณแต่ใช้สูตรผิด

ข้อ ข. สร้างจาก $g_1 j_2 n_2$ นั่นคือ ลักษณะตัวเลือกเป็นคำตอบที่ได้จากการคำนวณแต่ใช้สูตรผิดและคำนวณผิด

ข้อ ค. สร้างจาก $g_1 c_1 n_2$ นั่นคือ ลักษณะตัวเลือกเป็นคำตอบที่ได้จากการคำนวณใช้สูตรถูก แต่คำนวณผิด เพราะคิดคนเดียวไม่ได้คำนวณหาปริมาตรรูปทรงที่กำหนดให้

ข้อ ง. สร้างจาก $g_1 c_1 n_1$ นั่นคือ ลักษณะตัวเลือกเป็นคำตอบที่ได้จากการคำนวณและคำนวณถูก

ตัวอย่างข้อสอบ

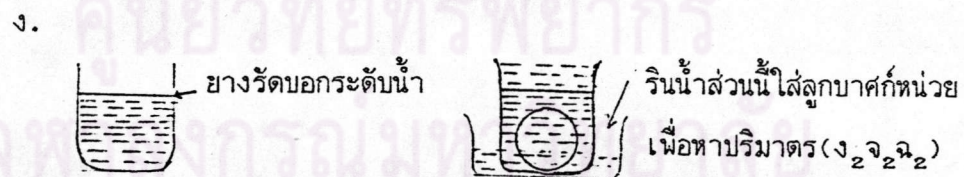
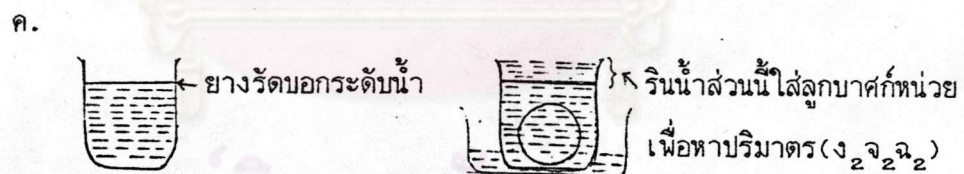
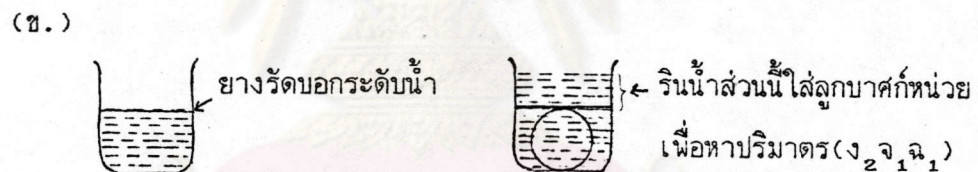
- (0) กล่องพลาสติกรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร และสูง 6 เซนติเมตร ตวงทรายเต็มกล่องแล้วเทใส่กระป๋องรูปทรงกระบอก 3 ครั้งจึงเต็มพอดี จงหาความจุของกระป๋องรูปทรงกระบอก (สร้างจาก $g_1 x_2 c_1$)

- ก. 18 ลูกบาศก์เซนติเมตร (v_1 จ. v_2 จ. v_1) ข. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร (v_1 จ. v_2 จ. v_2)
 ค. 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร (v_1 จ. v_1 จ. v_2) (ง.) 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร (v_1 จ. v_1 จ. v_1)

ข้อสังเกต จากข้อสอบที่สร้าง พบว่า ตัวลวงสามารถใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องผู้เรียนได้ เช่นการที่นักเรียนเลือกตัวลวง ค. ครูจะวินิจฉัยได้ว่าเด็กตอบผิดเพราะคิดตอนเดียว ซึ่งนำไปสอนซ่อมเสริมได้

นอกจากนี้การสร้างข้อสอบรูปแบบอื่นๆ สามารถทำได้โดยการกำหนดพาเซทที่ต่างออกไป เช่น กำหนดพาเซท g_2 h_1 c_2 จะได้ข้อสอบดังนี้

(00) ในการหาปริมาตรของลูกหินทรงกลม วิธีการในข้อใดถูกต้อง (สร้างจาก g_2 h_1 c_2)



6. จากรูปแบบพาเซทที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในข้อ 5 ผู้วิจัยได้นำมาใช้สร้างข้อคำถาม โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับสมาชิกของพาเซท ซึ่งสัมพันธ์มาจากพาเซทหนึ่งๆ โดยมีเงื่อนไขว่า จะต้องสัมพันธ์จากทุกพาเซทมาพาเซทละ 1 ตัว โดยใช้วิธีการจับคู่ประโยค (Mapping Sentence Method) รายละเอียดการสัมพันธ์สมาชิกของพาเซทที่ได้ ในการสร้างข้อสอบในงานวิจัยนี้ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การกำหนดรูปแบบฟาเซทที่ใช้ในการเขียนข้อสอบวิชา คณิตศาสตร์ชั้นป.6

จุดประสงค์ที่	จำนวนข้อ	ข้อที่	ส่วนที่ใช้สร้างคำถาม	ส่วนที่ใช้สร้างตัวเลือก			
				ก	ข	ค	ง
1	3	1	ก ₁ ข ₁ ค ₁ ง ₁ จ ₁	ฉ ₃ ช ₁	ฉ ₂ ช ₁	ฉ ₄ ช ₂	ฉ ₁ ช ₁
		2	ก ₂ ข ₃ ค ₂ ง ₁ จ ₃	ฉ ₁ ช ₂	ฉ ₁ ช ₁	ฉ ₂ ช ₁	ฉ ₃ ช ₁
		3	ก ₃ ข ₁ ค ₂ ง ₂ จ ₂	ฉ ₃ ช ₁	ฉ ₂ ช ₁	ฉ ₁ ช ₂	ฉ ₁ ช ₁
2	10	4	ก ₁ ข ₁ ค ₁ ง ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	ช ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁
		5	ก ₁ ข ₁ ค ₂ ง ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂	จ ₂ ฉ ₁ ช ₂	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁
		6	ก ₁ ข ₁ ค ₂ ง ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂
		7	ก ₁ ข ₁ ค ₁ ง ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₂ ช ₁
		8	ก ₂ ข ₁ ค ₁ ง ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₂	จ ₂ ฉ ₁ ช ₃	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁
		9	ก ₁ ข ₁ ค ₁ ง ₂	จ ₂ ฉ ₄ ช ₂	จ ₁ ฉ ₄ ช ₁	จ ₁ ฉ ₃ ช ₁	จ ₁ ฉ ₂ ช ₁
		10	ก ₃ ข ₂ ค ₁ ง ₂	จ ₁ ฉ ₄ ช ₂	จ ₂ ฉ ₄ ช ₁	จ ₁ ฉ ₃ ช ₁	จ ₁ ฉ ₂ ช ₁
		11	ก ₃ ข ₂ ค ₂ ง ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂	จ ₂ ฉ ₁ ช ₃
		12	ก ₄ ข ₂ ค ₁ ง ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₁	จ ₁ ฉ ₁ ช ₂	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁	จ ₂ ฉ ₁ ช ₁
		13	ก ₄ ข ₂ ค ₁ ง ₂	จ ₁ ฉ ₄ ช ₃	จ ₁ ฉ ₂ ช ₁	จ ₂ ฉ ₄ ช ₁	จ ₂ ฉ ₂ ช ₁
3	3	14	ก ₁ ข ₆	ค ₄	ค ₅	ค ₆	ค ₇
		15	ก ₂ ข ₄	ค ₄	ค ₅	ค ₆	ค ₇
		16	ก ₁ ข ₅	ค ₆	ค ₅	ค ₉	ค ₁
4	3	17	ก ₅ ข ₂	ค ₁	ค ₃	ค ₄	ค ₅
		18	ก ₃ ข ₂	ค ₆	ค ₅	ค ₂	ค ₁
		19	ก ₄ ข ₂	ค ₅	ค ₄	ค ₃	ค ₂
5	3	20	ก ₃ ข ₁	ค ₁	ค ₂	ค ₅	ค ₇
		21	ก ₄ ข ₂	ค ₁	ค ₂	ค ₅	ค ₆
		22	ก ₃ ข ₂	ค ₂	ค ₁	ค ₃	ค ₅
6	3	23	ก ₁ ข ₂ ค ₁	ง ₁ จ ₂ ฉ ₁	ง ₁ จ ₂ ฉ ₂	ง ₁ จ ₁ ฉ ₂	ง ₁ จ ₁ ฉ ₁
		24	ก ₂ ข ₁ ค ₂	ง ₂ จ ₂ ฉ ₂	ง ₂ จ ₁ ฉ ₁	ง ₂ จ ₂ ฉ ₂	ง ₂ จ ₂ ฉ ₂
		25	ก ₁ ข ₃ ค ₁	ง ₁ จ ₂ ฉ ₂	ง ₁ จ ₂ ฉ ₁	ง ₁ จ ₁ ฉ ₁	ง ₁ จ ₁ ฉ ₂

จากตารางที่ 9 พบว่า จำนวนฟาเซทที่กำหนดในแต่ละจุดประสงค์ย่อยนั้น มีจำนวนไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์ ดังนั้นการกำหนดรูปแบบฟาเซทที่นำมาสร้างข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์จึงไม่เท่ากัน ในการสุ่มฟาเซทเพื่อนำมาใช้สร้างข้อสอบทั้งส่วนที่เป็นข้อคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือก พบว่าเลือกมาฟาเซทละ 1 ตัวเท่านั้น

7. นำรูปแบบฟาเซทที่สร้างในแต่ละจุดประสงค์ พร้อมกับข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากรูปแบบฟาเซทนั้น ไปให้นักวัดผลจำนวน 3 ท่าน และผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชา คณิตศาสตร์จำนวน 5 ท่าน (รายชื่ออยู่ภาคผนวก ก. หน้า 102) ช่วยตรวจแก้ไขรูปแบบ ฟาเซทและข้อสอบที่สร้าง โดยช่วยตรวจสอบ และให้ความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ คือ

ก. รูปแบบฟาเซททั้งส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือก ที่กำหนดขึ้นใน แต่ละจุดประสงค์ย่อย ครอบคลุมเนื้อหาสาระในจุดประสงค์นั้นหรือไม่ และควรจะปรับปรุง แก้ไขประการใด

ข. ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากรูปแบบฟาเซท วัดได้ตรงตามจุดประสงค์นั้นๆ หรือไม่ โดยใช้วิธีตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ย่อย ตามวิธีของ โรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977) โดยให้นำหนักคะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์นั้น

0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์

-1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์นั้น

หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Item Objective Consistency) โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากการตรวจสอบรูปแบบฟาเซท และข้อสอบที่สร้าง โดยนักวัดผล และผู้มี ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ท่าน สรุปผลการตรวจสอบได้ดังนี้

1) การตรวจสอบรูปแบบฟาเซททั้งส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือก พบว่าทุกท่านเห็นด้วยว่า การกำหนดรูปแบบฟาเซทครอบคลุมเนื้อหาทุกจุดประสงค์ ยกเว้น การกำหนดรูปแบบฟาเซทในจุดประสงค์ที่ 1 มีผู้เสนอแนะว่า ในส่วนรูปแบบฟาเซทที่ใช้เป็นคำถามนั้น อาจมีการนำเสนอในรูปของการบอกกล่าวถึงสิ่งของที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นรูปภาพเสมอไป และมีอีกท่านหนึ่งแนะนำให้ปรับปรุงรูปแบบฟาเซทในส่วนที่เป็นตัวเลือกว่า นักเรียนอาจทำข้อสอบผิด เพราะใช้สูตรผิดโดยใช้ด้านกว้าง+ด้านยาว+ความสูง แทนที่จะนำมาคูณกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้นำมาใช้ ในการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบฟาเซท

2) ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ พบว่าข้อสอบทุกข้อ วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .75 ถึง 1.00 แต่ก็มีบางท่านได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบข้อ 25 เกี่ยวกับความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก

8. นำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ พร้อมแบบประเมินการตรวจสอบเทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ (อยู่ภาคผนวก ก) ไปให้นักวัดผลจำนวน 4 ท่าน (รายชื่ออยู่ภาคผนวก ก. หน้า 103) ตรวจสอบคุณลักษณะของข้อสอบรายข้อ ตามเกณฑ์ที่ประยุกต์มาจากแนวความคิดของ แฮมเบิลตัน และอิกเนอร์ (Hambleton and Eignor, 1978) และของเบร์ก (Berk, 1980) ผลปรากฏว่า เฉลี่ยแล้วนักวัดผล 3 ใน 4 ท่าน เห็นด้วยว่าข้อสอบมีคุณลักษณะตามรายการตรวจสอบทุกข้อและมีอยู่ท่านหนึ่ง เสนอแนะให้ปรับปรุงเกี่ยวกับตัวเลือกถูก โดยให้มีการสลบที่ข้อ โดยการสุ่ม และเฉลี่ยจำนวนตัวเลือกถูกให้กระจายเท่าๆกัน และผู้วิจัยก็เห็นด้วยจึงทำการสลบตัวเลือกถูกโดยเฉลี่ยให้เท่าๆกัน

การทดลองใช้และพัฒนาแบบสอบ

ครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบที่สร้างไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนบ้านวังเตย อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี จำนวน 17 คน โดยทดสอบก่อนเรียนในวันที่ 8 มกราคม 2533 และทดสอบหลังเรียนในวันที่ 19 มกราคม 2533 เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเวลาที่ใช้สอบ วิธี

ดำเนินการสอบ ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการสอบ และวิเคราะห์หาค่าคุณภาพรายข้อ พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการสอบคือ 40 นาที ซึ่งได้จากการตอบข้อสอบเสร็จของนักเรียนตั้งแต่ 80% ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพรายข้อพบว่า มีค่าความยากในการสอบก่อนเรียนกระจายอยู่ในช่วง .00 ถึง .76 ค่าความยากเฉลี่ยในการสอบก่อนเรียนคือ .29 ค่าความยากในการสอบหลังเรียนกระจายอยู่ในช่วง .12 ถึง 1.00 ค่าความยากเฉลี่ยในการสอบหลังเรียนคือ .66 และมีค่าดัชนีความไวในการสอนกระจายอยู่ในช่วง .06 ถึง .76 โดยทั่วไปค่าความยากของแบบสอบบ่งเกณฑ์ เมื่อทดสอบหลังเรียนควรมีค่า .20 ขึ้นไป และค่าดัชนีความไวควรมีค่าเป็นบวก ในการกำหนดเพื่อวัตถุประสงค์การสอน ค่าดัชนีความไวจะมีพิสัยตั้งแต่ .10 ถึง .60 (Roid and Haladyna, 1982) ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์นี้ในการคัดเลือกข้อสอบ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าความยากและค่าดัชนีความไวรายข้อของแบบสอบจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อ	ค่าความยากและค่าดัชนีความไว			ข้อ	ค่าความยากและค่าดัชนีความไว		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความไว		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความไว
1	0.18	0.82	0.65	14	0.12	0.82	0.71
2	0.35	1.00	0.65	15	0.24	0.76	0.53
3	0.18	0.71	0.53	16	0.12	0.41	0.29
4	0.12	0.88	0.76	17	0.59	0.71	0.12
5	0.29	0.88	0.59	18	0.35	0.94	0.59
6	0.24	0.94	0.71	19*	0.76	0.82	0.06
7	0.47	1.00	0.53	20	0.12	0.88	0.76
8	0.06	0.36	0.30	21	0.47	0.76	0.29
9	0.00	0.28	0.28	22	0.53	0.94	0.41
10*	0.06	0.12	0.06	23	0.53	0.65	0.12
11	0.06	0.32	0.26	24*	0.47	0.18	-0.29
12	0.25	0.65	0.40	25*	0.35	0.24	-0.12
13	0.29	0.54	0.25				

* ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 10 ค่าความยากที่ได้จากการสอบหลังเรียน ส่วนมากจะสูงกว่า ก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนแล้วจะทำแบบสอบได้ง่ายขึ้น แต่มีบางข้อที่ค่าความยากหลังเรียนสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย และต่ำกว่าก่อนเรียน ทำให้ค่าดัชนีความไวมีค่าต่ำหรือติดลบ ซึ่งค่าดัชนีความไวในการสอบ เป็นดัชนีที่บ่งบอกให้รู้ถึงผลที่ได้จากการสอน และคุณภาพของข้อสอบ สาเหตุส่วนหนึ่งอาจมาจากความบกพร่องของข้อสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อสอบข้อที่ 10, 19, 24 และ 25 ดังนี้

ข้อ 10 เนื่องจากเป็นโจทย์ปัญหาที่คิดหลายตอน และต้องมีการแปลงหน่วย เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากมาก จึงแก้ไขที่คำถามโดยเปลี่ยนตัวเลขให้ง่ายขึ้น

ข้อ 19 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าดัชนีความไวจึงต่ำมาก ผู้วิจัยได้แก้ไขที่ตัวเลขให้ยากขึ้น

ข้อ 24 แก้ไขที่ตัวเลือก ซึ่งเป็นรูปภาพวาดไว้ไม่ชัดเจน ให้ชัดเจนขึ้น

ข้อ 25 แก้ไขที่โจทย์คำถาม เพราะเด็กที่ไม่รอบคอบอาจตอบคำถามผิดได้

ครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ป.6 โรงเรียนเทศบาลวัดมณีสถิตกปิฏฐาราม อ.เมือง จ.อุทัยธานี จำนวน 45 คน โดยทำการทดสอบก่อนเรียนในวันที่ 22 มกราคม 2533 และหลังเรียนในวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2533 แล้วนำผลการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์หาค่าคุณภาพดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ พบว่าค่าความยากในการสอบก่อนเรียนกระจายอยู่ในช่วง .07 ถึง .73 ค่าความยากเฉลี่ยในการสอบก่อนเรียน คือ .44 ค่าความยากในการสอบหลังเรียนกระจายอยู่ในช่วง .20 ถึง .98 ค่าความยากเฉลี่ยในการสอบหลังเรียน คือ .74 และมีค่าดัชนีความไวในการสอบกระจายอยู่ในช่วง .11 ถึง .71 โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น .29 ดังรายละเอียดในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าความยากและค่าดัชนีความไวรายข้อ จากการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2

ข้อ	ค่าความยาก ก่อนเรียน	ค่าความยาก หลังเรียน	ค่าดัชนี ความไว	ข้อ	ค่าความยาก ก่อนเรียน	ค่าความยาก หลังเรียน	ค่าดัชนี ความไว
1	0.51	0.91	0.40	14	0.33	0.87	0.53
2	0.38	0.58	0.20	15	0.67	0.91	0.24
3	0.67	0.91	0.24	16	0.18	0.89	0.71
4	0.64	0.93	0.29	17	0.33	0.60	0.27
5	0.64	0.98	0.33	18	0.47	0.87	0.40
6	0.60	0.84	0.24	19	0.80	0.91	0.11
7	0.71	0.91	0.20	20	0.22	0.71	0.49
8	0.47	0.73	0.27	21	0.06	0.71	0.49
9	0.10	0.28	0.18	22	0.69	0.80	0.11
10	0.07	0.31	0.24	23	0.55	0.80	0.24
11	0.07	0.31	0.24	24	0.40	0.60	0.20
12	0.73	0.96	0.22	25	0.21	0.49	0.28
13	0.55	0.73	0.18				

จากตารางที่ 11 ค่าความยากในการทดสอบก่อนเรียนจะค่อนข้างต่ำ ซึ่งแสดงว่าแบบสอบค่อนข้างยาก ค่าความยากในการทดสอบหลังเรียนจะค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงว่าเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนแล้วจะทำแบบสอบได้ง่ายขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความยากหลังสอน และค่าดัชนีความไวในการทดลองใช้ครั้งที่ 2 พบว่า ข้อที่ปรับปรุงจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ซึ่งได้แก่ข้อ 10, 19, 24 และ 25 มีค่าความยากและค่าดัชนีความไวสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาคณาพรายข้อของข้อสอบทุกข้อแล้ว พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแบบสอบฉบับนี้ไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

2. กำหนดจุดตัด (Cut-off score) โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของกลาส (Glass, 1978) โดยนำคะแนนผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาคะแนนจุดตัดพบว่าคะแนนจุดตัด เท่ากับ 15 คะแนน คิดเป็น 60% ของคะแนนเต็ม

3. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรง โดยใช้สูตรการหาดัชนีความตรงในการตัดสินใจ ของ คาร์เวอร์ (Carver, 1980) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความตรงเท่ากับ .82

4. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบแบบหาความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรของลิวิงตัน (Livingston, 1972) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง เท่ากับ .85

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบคู่ขนาน

เพื่อเป็นการตรวจสอบถึงข้อดีของการใช้รูปแบบฟาเซทสร้างข้อสอบที่กล่าวถึงในบทที่ 1 ผู้วิจัยจึงทำการสร้างแบบสอบคู่ขนานอีก 4 ฉบับ โดยดำเนินการดังนี้

1. แบบสอบคู่ขนานทุกฉบับใช้วิธีการสร้างเช่นเดียวกับแบบสอบอิงเกณฑ์ฉบับแรก โดยสร้างจากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันว่า จะต้องสุ่มหรือเลือกสมาชิกในแต่ละฟาเซทมาฟาเซทละ 1 ตัว ทั้งในส่วนที่เป็นข้อคำถามและตัวเลือก ข้อสอบที่เป็นข้อเดียวกันในแต่ละฉบับ จะต้องสร้างมาจากฟาเซทเดียวกัน สมาชิกเดียวกัน แต่ข้อ 14 ถึง 22 ซึ่งอยู่ในวัตถุประสงค์ข้อ 3, 4 และ 5 ลักษณะโจทย์จะเป็นรูปภาพ ซึ่งนักเรียนอาจจำข้อสอบเดิมได้ ถ้าสร้างจากฟาเซทที่มีสมาชิกเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มสมาชิกใหม่มาสร้างข้อสอบ ซึ่งทำให้ได้ข้อสอบต่างไปจากเดิมแต่มีลักษณะคล้ายกัน โดยวัตถุประสงค์เดียวกัน

2. ในการสร้างตัวลองของแบบสอบคู่ขนาน ผู้วิจัยใช้วิธีการสร้างเช่นเดียวกับแบบสอบอิงเกณฑ์ฉบับแรก โดยการกำหนดฟาเซทที่เป็นตัวเลือก 1 ตัว และเลือกฟาเซทที่นำมาสร้างตัวลองอีก 3 ตัว

3. แบบสอบคู่ขนานทั้ง 4 ฉบับ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบภายใต้ประเด็นต่าง ๆ ดังที่ เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528) กานดา พูนลาภทวี (ม.ป.ป.) นันนัลลี (Nunnally, 1968) และอนาสตาซี (Anastasi, 1968) ได้กล่าวไว้ พอสรุปได้ว่าแบบสอบที่คู่ขนานกันจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) มีโครงสร้างของเนื้อหา รูปแบบและชนิดของข้อกระทง จำนวนข้อ ระยะเวลาในการสอบเท่ากัน และวิธีดำเนินการสอบเช่นเดียวกัน
- (2) มีค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของคะแนนสอบที่ได้จากแบบสอบแต่ละฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน
- (3) มีค่าความยากรายข้อเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยนี้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ได้นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในช่วงวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 2 มีนาคม 2533 โดยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบสอบอิงเกณฑ์ฉบับที่ 1 ทำการทดสอบนักเรียนทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยที่นักเรียนทุกคนยังไม่ได้เรียนเรื่องนี้ ใช้เวลาเก็บข้อมูล 4 วัน วันละ 3-4 โรงเรียน ในช่วงวันที่ 5 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2533
2. ทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบสอบฉบับเดิม โดยเว้นระยะในการทดสอบประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนเรื่องนี้จบแล้ว ใช้เวลาเก็บข้อมูล 5 วัน วันละ 3 โรงเรียน ในช่วงวันที่ 19 ถึง 23 กุมภาพันธ์ 2533
3. ขั้นตอนการใช้แบบสอบคู่ขนาน เป็นขั้นตอนหลังสุด เว้นระยะในการสอบซ้ำในแต่ละโรงเรียนประมาณ 1 สัปดาห์ ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 5 วัน ในช่วงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 2 มีนาคม 2533 โดยนำแบบสอบคู่ขนานทั้ง 4 ฉบับ ที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ในการดำเนินการการสอบจะใช้แบบสอบทั้ง 4 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 640 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มโดยการสุ่ม ดังนั้นจึงทดสอบด้วยแบบสอบคู่ขนาน ฉบับละ 160 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะของการวิจัยคือ

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อสร้างและพัฒนาแบบสอบถามเชิงทัศนคติศาสตร์ชั้น ป.6 และแบบสอบถามคูชานาน โดยใช้รูปแบบฟาเซท

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เกี่ยวกับคุณภาพรายข้อความเที่ยงและความตรงของแบบสอบถามที่สร้าง

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการใช้รูปแบบฟาเซทในการเขียนข้อสอบ โดยพิจารณาจากความสะดวกและความง่ายในการสร้างแบบสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบ ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน มาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ และวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่ค้นพบจากขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ เพื่อดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. นำคะแนนผลการสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้จากการตรวจกระดาษคำตอบ ซึ่งนักเรียนที่ตอบถูกจะได้ 1 คะแนนต่อ 1 ข้อ และตอบผิดจะได้ 0 คะแนน มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มาทดสอบความมีนัยสำคัญ ของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผู้สอบในก่อนเรียน และหลังเรียน จากสูตร (Guilford, 1981)

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{\frac{X_d^2}{N(N-1)}}}$$

เมื่อ x_1	=	คะแนนหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน
x_j	=	คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคน
N	=	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
d_1	=	ผลต่างระหว่าง x_1 กับ x_j
M_d	=	ค่าเฉลี่ยของ d_1 มีค่าเท่ากับ $\sum d_1 / N$
x_d	=	ผลต่างของ d_1 กับ M_d

2. การวิเคราะห์หาคณภาพรายข้อ

2.1 คำนวณหาค่าความยากโดยใช้สูตร

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนที่สอบทั้งหมด}} \quad (\text{หลังจากได้รับการสอนแล้ว})$$

2.2 คำนวณหาค่าดัชนีความไว (Sensitivity Index) โดยใช้สูตร

$$S_i = \frac{R_{\text{pos } i} - R_{\text{pre } i}}{T}$$

เมื่อ S_i	=	ค่าดัชนีความไวของข้อสอบข้อที่ i
$R_{\text{pos } i}$	=	จำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อที่ i ถูกหลังเรียน
$R_{\text{pre } i}$	=	จำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อที่ i ถูกก่อนเรียน
T	=	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าของ S_i จะอยู่ระหว่าง -1 กับ $+1$ ข้อสอบที่ดีควรมีค่า S_i เป็น $+$ ยิ่งใกล้ 1 ยิ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี (สมหวัง นิธิยานูวัฒน์, 2529)

3. การกำหนดจุดตัดของแบบสอบ โดยวิธีการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของกลาส (Glass, 1978) นำแบบสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนผลการสอบก่อนและหลังเรียนมาหาคะแนนจุดตัดโดยแจกแจงผู้สอบลงในตารางดังนี้

เกณฑ์ภายนอก

หลังการเรียนการสอน

ก่อนการเรียนการสอน

จุดตัดของแบบสอบ	ไม่ผ่าน	PA	PB
	ผ่าน	PC	PD

คะแนนจุดตัดของแบบสอบอิงเกณฑ์ คือค่าของฟังก์ชันจากคะแนนเกณฑ์ $F(C_x)$ ที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งค่า $F(C_x)$ คำนวณได้จาก

$$F(C_x) = (PA+PD)/(PB+PC)$$

เมื่อ PA คือ สัดส่วนของคนที่ไม่ผ่านหลังการเรียนการสอน เป็นการจำแนกผิดทางลบ

PD คือ สัดส่วนของคนที่ไม่ผ่านก่อนการเรียนการสอน เป็นการจำแนกผิดทางบวก

PB คือ สัดส่วนของคนที่ไม่ผ่านก่อนการเรียนการสอน

PC คือ สัดส่วนของคนที่ไม่ผ่านหลังการเรียนการสอน

โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การจำแนกผิดทางบวก (false positive) และการจำแนกผิดทางลบ (false negative) จะมีความสำคัญเท่ากัน

4. วิเคราะห์หาคุณภาพทั้งฉบับ

4.1 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความตรงของแบบสอบ โดยใช้สูตรการหาความตรงในการตัดสินใจของคาร์เวอร์ (Carver, 1970)

$$\phi = \frac{a+c}{a+b+c+d}$$

เมื่อ	a	=	จำนวนผู้สอบผ่านหลังเรียน
	b	=	จำนวนผู้สอบผ่านก่อนเรียน
	c	=	จำนวนผู้สอบไม่ผ่านก่อนเรียน
	d	=	จำนวนผู้สอบไม่ผ่านหลังเรียน

สัมประสิทธิ์ความตรงจะมีค่าระหว่าง 0 กับ 1 ยิ่งค่าใกล้ 1 แสดงว่าเป็นแบบสอบที่วัดความตรงในการตัดสินใจมากที่สุด

4.2 คำนวณหาค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำของแบบสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีแคปปา(K) ของสวามินาธาน, แฮมเบิลตัน และอัลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina, 1974) ดังนี้

$$\hat{K} = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

เมื่อ \hat{K} = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ

\hat{P}_o = สัดส่วนของความสอดคล้องที่สังเกตได้จากการสอบซ้ำ จำนวน

ได้จาก $\hat{P}_o = \sum_{k=1}^m \hat{P}_{kk}$

\hat{P}_c = สัดส่วนของความสอดคล้องที่คาดหวังได้จากความบังเอิญ จำนวน

ได้จาก $\hat{P}_c = \sum_{k=1}^m \hat{P}_{k.} \hat{P}_{.k}$

เมื่อ $\hat{P}_{k.}$ และ $\hat{P}_{.k}$ คือสัดส่วนของผู้สอบที่ถูกกำหนดลงในชั้นของการเรียนรู้ k ในการสอบครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าแคปปา จากสูตร

$$s_k = \frac{\sqrt{\hat{P}_o (1 - \hat{P}_o)}}{\sqrt{N(1 - \hat{P}_c)^2}} \quad (\text{Cohen, 1960})$$

4.3 คำนวณหาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรของลิวิงตัน (Livingston, 1972) ดังนี้

$$K^2(X, T) = \frac{6^2 T + (U - C)^2}{6^2 O + (U - C)^2}$$

เมื่อ $K^2(X, T)$ คือ ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

$6^2 T$ คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่แท้จริง จำนวนได้จาก

$$6^2 T = \alpha 6^2 O$$

เมื่อ α คือค่าความเที่ยงที่คำนวณจากสูตร KR_{20}

- 6²⁰ คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ
 U คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มผู้เข้าสอบ
 C คือ ค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5. วิเคราะห์ ข้อดีและข้อจำกัดจากการใช้รูปแบบฟาเซทเขียนข้อสอบ โดยพิจารณาจาก

5.1 ความสะดวกและความรวดเร็วในการสร้าง โดยตรวจสอบจากการสร้างแบบสอบคู่ขนาน

5.2 วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบคู่ขนาน โดยคำนวณค่าความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์กับแบบสอบฉบับแรก (Criterion Related Validity) โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (Glass and Stanley, 1970)

$$R_{xy} = \frac{N\sum x_1 y_1 - (\sum x_1)(\sum y_1)}{\sqrt{[N\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2][N\sum y_1^2 - (\sum y_1)^2]}}$$

- เมื่อ R_{xy} = ค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์
 x_1 = คะแนนที่ได้จากแบบสอบที่ต้องการหาความตรง
 y_1 = คะแนนจากแบบสอบอิงเกณฑ์ฉบับแรก
 N = จำนวนผู้สอบ
 Σ = ผลรวม

คำนวณค่าความเที่ยงแบบหาความคงที่ภายในของแบบสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรของลิววิงสตันเช่นเดียวกับข้อ 4.3

5.3 วิเคราะห์ความสะดวก ยากง่าย ในการสร้าง โดยตรวจสอบจากระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบสอบกับจำนวนข้อสอบที่ได้ และสรุป ข้อดี ข้อจำกัดของการใช้รูปแบบฟาเซทเขียนข้อสอบ