

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยศึกษาคุณภาพด้านความเที่ยงและความตรง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของแผนผังมโนทัศน์ รวมทั้งศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินชั้นเรียน โดยมีรายละเอียดของประชากร กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขั้นตอนการดำเนินวิจัยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาแบบประเมิน

ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนเครือข่ายการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 ซึ่งเป็นโรงเรียนเครือข่ายการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่ยินดีให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ เพราะครูจะต้องเป็นผู้ดำเนินการสอนโดยนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินร่วมกับผู้วิจัยและเป็นผู้ทำหน้าที่ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การเลือกครูที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี

(2) มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไม่น้อยกว่า 5 ปี

(3) เป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับจากครูในโรงเรียนว่าสอนดี และเอาใจใส่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

(4) ยินดี สละเวลาให้ความร่วมมือในการวิจัย พร้อมทั้งเต็มใจที่จะนำเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ไปใช้

ในการสอนนักเรียน

นอกจากนี้ผู้บริหารโรงเรียนต้องเห็นความสำคัญของการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียนและยินดีให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยอย่างเต็มที่ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษา 1 โรงเรียนจากโรงเรียนที่ให้ความร่วมมือคือ โรงเรียนวัดลำนาว สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ บางชั้น จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 689 คน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ข้อมูล 10 มิถุนายน 2545 โรงเรียนวัดลำนาว) ผู้ปกครองในชุมชนประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ จากการสำรวจจำนวนนักเรียนพบว่า ในปีการศึกษา 2545 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวนทั้งหมด 79 คน โดยแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายมา 1 ห้องเรียน คือ ห้อง ป.4/1 มีนักเรียนจำนวน 38 คน มาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำหรับประเมิน ซึ่งเป็นแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ 2 แบบ มีเนื้อหาครอบคลุม 2 สาระ คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) เป็นแบบประเมินที่กำหนดแผนผังโครงสร้างพร้อมทั้งคำมโนทัศน์มาให้ แล้วให้นักเรียนเลือกคำมโนทัศน์ที่กำหนดเติมลงในช่องว่างในแผนผังโครงร่างให้ถูกต้องสมบูรณ์ มีจำนวน 10 แผนผัง

1.2 แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) เป็นแบบประเมินที่กำหนดคำมโนทัศน์มาให้ แล้วให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ลงในกระดาษที่แจกให้ โดยในการสร้างแผนผังนักเรียนสามารถเพิ่มคำมโนทัศน์ได้ตามความคิดของตนเอง พร้อมทั้งลากเส้นเชื่อมโยงและเขียนคำเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ มีจำนวน 10 แผนผัง

ส่วนที่ 2 เครื่องมือสำหรับสัมภาษณ์นักเรียน

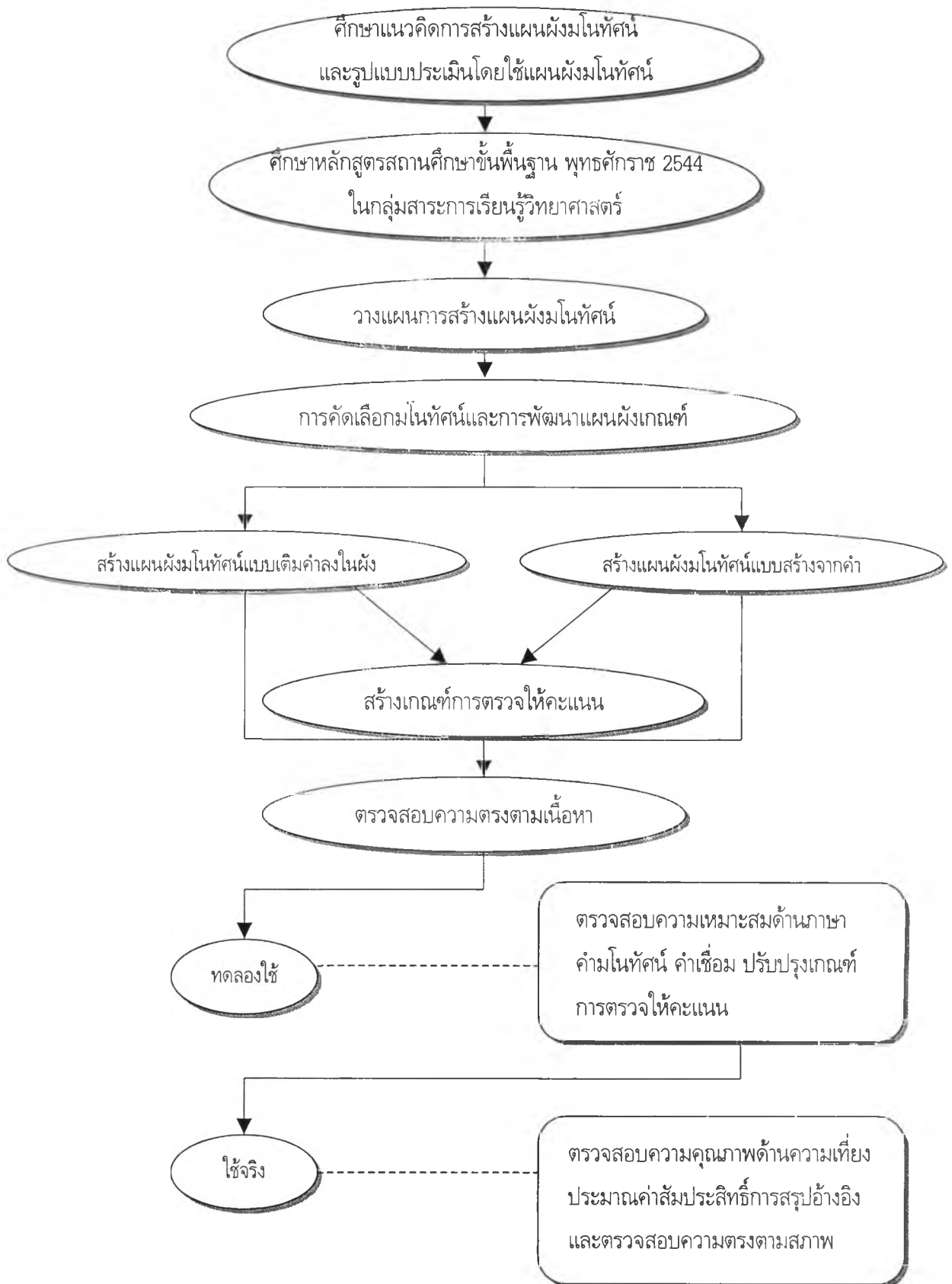
2.1 แบบบันทึกการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.2 แบบบันทึกการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนและครูเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์อย่างไม่มีโครงสร้าง

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ได้แก่ เทปบันทึกเสียง

ตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาแบบประเมิน

วิธีการคัดเลือกคำมโนทัศน์และการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 การสร้างและพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

ในการสร้างแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ทำตามขั้นตอนในแผนภาพที่ 7 ซึ่งนำเสนอในรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดการสร้างแผนผังมโนทัศน์และรูปแบบการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยการศึกษาแนวคิดในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของ โจเซฟ ดี โนวาค (Novak, 1990) และ อัล (Ault, 1985) พร้อมทั้งศึกษาวิธีการสร้างและองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยได้ 3 องค์ประกอบ คือคำมโนทัศน์ คำเชื่อม และเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์

2. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ผู้วิจัยกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) เพื่อคัดเลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาสร้างเป็นแบบประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดแนวทางการประเมินตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้อาจต้องจัดควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่กำลังอยู่ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ มากำหนดเป็นเนื้อหาหลักในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

3. วางแผนการสร้างแบบประเมิน

การสร้างแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบประเมินโดยนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวคิดในการสร้างแผนผังมโนทัศน์จากงานวิจัยของ รุซ-พรีโมและคณะ (Ruiz-Primo et al, 2001) คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) และแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) สาเหตุที่ผู้วิจัยได้นำแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองรูปแบบนี้มาใช้ เนื่องจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว พบว่าแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองรูปแบบนี้สามารถนำไปใช้เพื่อสะท้อนความคิด และความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนของนักเรียนได้ดี นอกจากนี้จากการศึกษาวิจัยในประเทศไทยพบว่ายังไม่มีกรนำแผนผังมโนทัศน์ลักษณะนี้มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำแผนผังมโนทัศน์ดังกล่าวมาพัฒนาเพื่อใช้เป็นแบบประเมินทางเลือกใหม่สำหรับครูผู้สอนที่จะช่วยพัฒนากระบวนการคิด สามารถสะท้อนความคิดรวบยอดและความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนของนักเรียนได้

4. การคัดเลือกมโนทัศน์และการพัฒนาแผนผังเกณฑ์

การสร้างแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ (criterion map) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะแผนผังเกณฑ์เป็นแผนผังหลักหรือแผนผังเฉลยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบ ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ผู้วิจัยร่วมกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทำการวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์จากหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คู่มือครู และตำราอ่านประกอบอื่นๆ โดยแยกเป็นเนื้อหาหลักและเนื้อหาย่อย พร้อมทั้งกำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์ที่

จะสร้างเป็นแบบประเมินให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยได้ทำตารางวิเคราะห์เนื้อหา แล้วแยกเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ ดังนี้

ตารางที่ 1 โครงสร้างสาระการเรียนรู้เนื้อหาหลัก และมโนทัศน์ที่มุ่งวัดในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

สาระการเรียนรู้	เนื้อหาหลัก	มโนทัศน์ที่มุ่งวัด
1. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	1.1 ทิน และลักษณะของหิน	1.1.1 ลักษณะการเกิดของหินประเภทต่างๆ เช่น หินอัคนี หินตะกอนหรือหินชั้น และหินแปร
		1.1.2 ลักษณะของหินจำแนกตาม เนื้อ สี
		1.1.3 แหล่งที่พบ
		1.1.4 ประโยชน์ของหินในด้านต่างๆ
	1.2 การกร่อนของหิน	1.2.1 ลักษณะการกร่อนและการสลายตัวของหิน
		1.2.2 วัตถุประสงค์กำเนิดของดินและการเกิดดิน
	1.3 ดินและลักษณะของดิน	1.3.1 การแบ่งประเภทของดิน ตามเนื้อของดิน และตามชั้นของดิน
		1.3.2 ลักษณะและคุณสมบัติของดินชนิดต่างๆ
		1.3.3 ประโยชน์ของดิน
1.3.4 ลักษณะของดินที่เหมาะสมแก่การปลูกพืช		
2. ดาราศาสตร์และอวกาศ	2.1 ระบบสุริยะและดาวบริวาร	2.1.1 ความหมายของระบบสุริยะ
		2.1.2 ลักษณะของดาวบริวาร
		2.1.3 ลักษณะของดาวเคราะห์ 9 ดวง ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวพลูโต
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์	2.2.1 การเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น กลางวันกลางคืน ขั้วขั้วขั้วแรม และน้ำขึ้นน้ำลง
		2.2.1 การเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น กลางวันกลางคืน ขั้วขั้วขั้วแรม และน้ำขึ้นน้ำลง
	2.3 เทคโนโลยีอวกาศ	2.3.1 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอวกาศ
2.3.2 ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ		

โดยผู้วิจัยสามารถแบ่งเนื้อหาของทั้งสองสาระ คือเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ ออกเป็นเนื้อหาหลักได้ 6 ประเด็น ดังตารางข้างต้น หลังจากนั้นผู้วิจัยและครูผู้สอนได้ร่วมกันสร้างแผนผังเกณฑ์ตามมโนทัศน์ที่มุ่งวัดแต่ละเรื่อง โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 คัดเลือกมโนทัศน์ ผู้วิจัยและครูผู้สอนร่วมกันสำรวจและรวบรวมมโนทัศน์ที่สำคัญหรือมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง หรือมโนทัศน์ย่อยของแต่ละเนื้อหาในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ จากคู่มือครู หนังสือเรียน หนังสือวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยมีมโนทัศน์ที่คัดเลือกจะคำนึงถึงเนื้อหาที่ใช้สอนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แล้วคัดลอกคำมโนทัศน์เหล่านั้นลงในกระดาษที่เตรียมไว้ โดยแยกคำมโนทัศน์ออกเป็นหมวดหมู่ตามเนื้อหาที่มุ่งวัด

4.2 จัดลำดับมโนทัศน์ นำคำมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองของเนื้อหาแต่ละเรื่องที่ยืนยันไว้ในแผนกระดาษในข้อ 4.1 มาสร้างเป็นแผนผังเกณฑ์ของแบบประเมินแต่ละชุด การจัดลำดับมโนทัศน์ทำได้โดยการเลือกคำมโนทัศน์หลักของแต่ละเรื่องวางไว้บนสุด แล้วจัดคำมโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อยเรียงลดหลั่นกันไป ซึ่งโดยใช้เกณฑ์การเลือกคำมโนทัศน์กลุ่มเดียวกันอยู่ระดับเดียวกัน

4.3 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เมื่อจัดคำมโนทัศน์เสร็จแล้วผู้วิจัยก็ลากลูกศรเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ที่จัดเรียงไว้ ทั้งนี้เพื่อแสดงถึงทิศทางของความสัมพันธ์ พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับไว้ที่เส้นแต่ละเส้นเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

4.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของคำมโนทัศน์ คำเชื่อม เส้นเชื่อมโยง อีกครั้งหนึ่งผ่านการเห็นชอบจากครูผู้สอนได้ช่วยพิจารณาความเหมาะสมด้วย แล้วนำมาจัดพิมพ์เพื่อใช้เป็นแผนผังเกณฑ์ ซึ่งเป็นแผนผังหลักที่จะใช้เป็นสร้างแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบต่อไป

แผนผังเกณฑ์แต่ละชุดมีจำนวนมโนทัศน์ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับเนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่มุ่งวัด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ จำนวน 6 แผนผัง แบ่งตามมโนทัศน์ที่มุ่งวัด ดังนี้

1. เรื่องลักษณะและประโยชน์ของหิน ประกอบด้วย

ชุดที่ 1.1 ลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี จำนวนคำมโนทัศน์ 22 คำ

ชุดที่ 1.2 ลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้น จำนวนคำมโนทัศน์ 21 คำ

ชุดที่ 1.3 ลักษณะและประโยชน์ของหินแปร จำนวนคำมโนทัศน์ 19 คำ

2. เรื่องการกักถ่วงของหิน และการเกิดดิน ประกอบด้วย

ชุดที่ 2 การกักถ่วงของหิน และการเกิดดิน จำนวนคำมโนทัศน์ 11 คำ

3. เรื่องลักษณะของดิน ประโยชน์ของดิน และดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก ประกอบด้วย

ชุดที่ 3.1 ลักษณะของดิน จำนวนคำมโนทัศน์ 19 คำ

ชุดที่ 3.2 ประโยชน์ของดินและดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก

จำนวนคำมโนทัศน์ 15 คำ

4.4.2 สารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วย แผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ จำนวน 4 แผนผัง แบ่งตามมโนทัศน์ที่มุ่งวัด ดังนี้

1. เรื่องระบบสุริยะและลักษณะของดาวเคราะห์ 9 ดวง ประกอบด้วย
 - ชุดที่ 1.1 ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร จำนวนคำมโนทัศน์ 24 คำ
 - ชุดที่ 1.2 ลักษณะของดาวเคราะห์ 9 ดวง จำนวนคำมโนทัศน์ 26 คำ
2. เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ ประกอบด้วย
 - ชุดที่ 2 การเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม และน้ำขึ้นน้ำลง จำนวนคำมโนทัศน์ 9 คำ
3. เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ ประกอบด้วย
 - ชุดที่ 3 เทคโนโลยีอวกาศ จำนวนคำมโนทัศน์ 15 คำ

5. การสร้างแบบประเมิน

การสร้างแบบประเมินความคิดรวบยอดโดยการใช้แผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยนำแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ที่สร้างไว้ในข้อ 4 มาใช้เป็นแผนผังหลักในการสร้างแบบประเมิน ซึ่งในเนื้อหาหาย่อยหรือแต่ละมโนทัศน์ที่มุ่งวัดจะประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์ 2 รูปแบบ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) และแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) โดยแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบมุ่งวัดในเนื้อหาเดียวกันแต่มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณงานและวิธีการสร้าง โดยมีวิธีการสร้างดังนี้

5.1 แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง เป็นแบบประเมินที่มีการกำหนดแผนผังโครงสร้างและคำมโนทัศน์มาให้ โดยให้นักเรียนเลือกคำมโนทัศน์เหล่านั้นเติมลงในช่องว่างของแผนผังให้ถูกต้อง การสร้างแผนผังโครงสร้างทำโดยการนำแผนผังเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมาใช้เป็นแผนผังโครงสร้าง โดยผู้วิจัยทำการสุ่มคำมโนทัศน์ออกจากแผนผังเกณฑ์แต่ละเรื่อง ซึ่งมีหลักเกณฑ์การสุ่มคำมโนทัศน์แต่ละชุดอยู่ระหว่าง 40-60% (Schau et al, 1997) ของคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ แล้วนำคำมโนทัศน์ที่สุ่มมาใช้เป็นตัวเลือกที่กำหนดให้

5.2 แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เป็นแบบประเมินที่นำคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์มาใช้เป็นคำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ให้นักเรียนนำคำมโนทัศน์เหล่านั้นมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งในการสร้างแผนผังมโนทัศน์จะให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ โดยผู้วิจัยไม่ได้กำหนดรูปแบบของแผนผังมาให้ นักเรียนสามารถสร้างสรรครูปแบบของแผนผังได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเพิ่มคำมโนทัศน์ที่นอกเหนือจากคำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งในการสร้างแผนผังมโนทัศน์นักเรียนต้องลากลูกศรเพื่อแสดงทิศทางของคำมโนทัศน์ พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับไว้บนเส้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำมโนทัศน์ โดยแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือคำมโนทัศน์ คำเชื่อม และการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

6. การสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ โดยประยุกต์จากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ของ บอลท์ (Bolte, 1999) และ รูซ-พริโมและคณะ (Ruiz-Primo et al, 2001) มีลักษณะดังนี้

6.1 การตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบถูก - ผิด ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน โดยแผนผังมโนทัศน์แต่ละชุดมีคะแนนเต็มแตกต่างกัน (ดังตารางที่ 3)

6.2 การตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ การตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แต่ละชุดจะใช้เกณฑ์การให้คะแนนเดียวกัน โดยพิจารณาจากคุณภาพของกลุ่มคำมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์กันเป็นคู่ๆ ทั้งในด้านความถูกต้อง (accuracy) และความเข้าใจ (comprehensiveness) โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับ จาก 0 คือเชื่อมโยงมโนทัศน์ระหว่างคำมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ถึง 4 คือ ดีเยี่ยม การเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ถูกต้อง แม่นยำ โดยคะแนนสูงสุดของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำแต่ละชุดจะพิจารณาจากแผนผังเกณฑ์เป็นหลัก เช่น แผนผังมโนทัศน์เรื่องลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี มีจำนวนการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในแผนผังเกณฑ์จำนวน 24 คู่ ดังนั้นถ้าได้คะแนนเต็ม ก็นำ 24 คูณกับ 4 (4 เป็นระดับคะแนนคุณภาพที่ได้สูงสุด) ดังนั้นคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างเรื่องนี้เท่ากับ 96 คะแนน เป็นต้น ซึ่งแผนผังมโนทัศน์แต่ละเรื่องจะมีคะแนนเต็มไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนคำมโนทัศน์ และการเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ (ดังตารางที่ 3) เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ

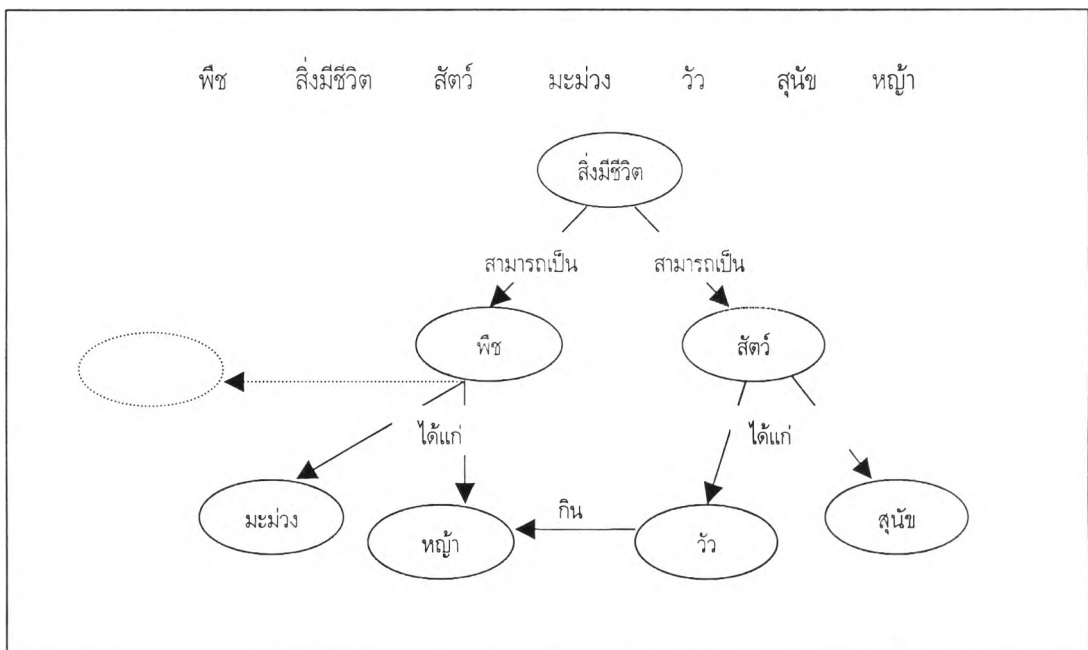
ระดับคะแนนคุณภาพของการเชื่อมโยงมโนทัศน์	คำอธิบายคุณภาพ
4 คะแนน - ดีเยี่ยม	คำมโนทัศน์ มีความสมบูรณ์และถูกต้อง แสดงถึงความเข้าใจในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้อย่างลึกซึ้ง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของมโนทัศน์ได้อย่างชัดเจน สามารถใช้คำเชื่อมโยงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3 คะแนน - ดี	คำมโนทัศน์มีความสมบูรณ์และถูกต้อง แสดงถึงความเข้าใจในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้ดี สามารถใช้คำเชื่อมโยงได้เหมาะสม
2 คะแนน - พอใช้	คำมโนทัศน์มีความถูกต้องแต่ไม่ค่อยสมบูรณ์ แสดงถึงความเข้าใจในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพียงบางส่วน ใช้คำเชื่อมโยงไม่ค่อยชัดเจน
1 คะแนน- ควรปรับปรุง	คำมโนทัศน์อาจถูกต้อง แต่การเชื่อมโยงระหว่างความสัมพันธ์มโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจในการเชื่อมความสัมพันธ์
0 คะแนน- ไม่ถูกต้อง	ใช้คำมโนทัศน์และคำเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง

ซึ่งแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำแต่ละเรื่อง ดำเนินการตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ข้างต้น หลังจากนั้นคำนวณการให้คะแนน 3 ประเภท ดังนี้

1. proposition accuracy score (คะแนนความถูกต้องของคำมโนทัศน์) คือผลรวมของคะแนนการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้ในแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น
2. convergence score คือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนเต็มของการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์
3. salience score คือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับจำนวนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดที่อยู่ในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน

โดยคะแนน proposition accuracy และคะแนนแบบ convergence เป็นคะแนนที่บ่งบอกถึงระดับความคิดรวบยอดเพียงบางส่วน of นักเรียนเมื่อเทียบกับระดับความคิดรวบยอดที่ต้องการให้เกิดขึ้นในเรื่องนั้นๆ ส่วนคะแนน salience เป็นคะแนนที่บ่งบอกถึงระดับความคิดรวบยอดสูงสุดของนักเรียนแต่ละคนที่สามารถถ่ายทอดออกมาในรูปแผนผังมโนทัศน์แต่ละเรื่อง

ตัวอย่างของการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำเรื่องสิ่งมีชีวิต



แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เรื่องสิ่งมีชีวิตมีการเชื่อมโยงระหว่างคู่ของคำมโนทัศน์ทั้งหมด 7 คู่ ซึ่งแต่ละคู่ในการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์จะให้คะแนน 5 ระดับ คือคะแนน 0 – 4 โดยคะแนน 0 คือการจับคู่คำมโนทัศน์และใช้คำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ส่วนคะแนน 4 คือสามารถจับคู่คำมโนทัศน์และเขียนคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคำมโนทัศน์ได้ถูกต้องชัดเจนโดยนำแผนผังเกณฑ์มาเทียบ ซึ่งคะแนนเต็ม

ทั้งหมดในแผนผัง คือจำนวนการเชื่อมโยงระหว่างคู่คำโน้ตทั้งหมด 7 คู่ ดังนั้นคะแนนเต็มสูงสุด คือ $7 \times 4 = 28$ คะแนน โดยการตรวจให้คะแนนจะพิจารณาจากความถูกต้องและความเข้าใจในการเชื่อมโยงคำโน้ต (ดูคำอธิบายในตารางที่ 3) ตัวอย่างการให้คะแนน เช่น การเชื่อมโยงระหว่างคำโน้ต สิ่งมีชีวิตกับพืชหรือสัตว์ ถ้านักเรียนจับคู่คำโน้ตถูกต้องโดยเขียนคำว่า พืชและสัตว์ต่อจากสิ่งมีชีวิต และใช้คำเชื่อมถูกต้องว่า สามารถเป็น จะได้คะแนน 4 คะแนน แต่ถ้าหากนักเรียนใช้คำเชื่อมคำอื่นที่นอกเหนือจากนี้ ก็ จะพิจารณาถึงความเข้าใจในการเขียนคำเชื่อมคะแนนที่ได้ก็จะลดระดับเป็น 3, 2 ตามลำดับ หากนักเรียนสามารถจับคู่คำโน้ตได้ถูกต้องแต่ไม่เขียนคำเชื่อมหรือใช้คำเชื่อมไม่ถูกต้องเลย จะได้คะแนน 1 คะแนน แต่ถ้าหากจับคู่ระหว่างคำโน้ตไม่ถูกต้องและเขียนคำเชื่อมไม่ถูกต้องได้ 0 คะแนน โดยจะพิจารณาคะแนนการเชื่อมโยงคำโน้ตแต่ละคู่ไปอย่างนี้ ซึ่งถ้าหากนักเรียนคนใดสามารถเขียนคำโน้ตเพิ่มเติมจากคำที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง นักเรียนคนนั้นก็จะได้รับคะแนนโบนัสในส่วนนั้น หลังจากตรวจให้คะแนนเสร็จแล้วก็ให้นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณการให้คะแนน 3 ประเภทต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนเต็มของแผนผังมีโน้ตแบบเติมคำลงในผังและแผนผังมีโน้ตแบบสร้างผังจากคำ

แบบประเมิน	แผนผังมีโน้ตแบบเติมคำลงในผัง	แผนผังมีโน้ตแบบสร้างผังจากคำ
สาระ: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชุดที่ 1.1 ลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี	10 คะแนน	24 คำ เท่ากับ 24×4 คะแนนเต็ม 96 คะแนน
ชุดที่ 1.2 ลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้น	10 คะแนน	25 คำ เท่ากับ 25×4 คะแนนเต็ม 100 คะแนน
ชุดที่ 1.3 ลักษณะและประโยชน์ของหินแปร	10 คะแนน	20 คำ เท่ากับ 20×4 คะแนนเต็ม 80 คะแนน
ชุดที่ 2 การก่อก้อนของหิน และการเกิดดิน	6 คะแนน	14 คำ เท่ากับ 14×4 คะแนนเต็ม 56 คะแนน
ชุดที่ 3.1 ลักษณะของดิน	10 คะแนน	20 คำ เท่ากับ 20×4 คะแนนเต็ม 80 คะแนน
ชุดที่ 3.2 ประโยชน์ของดินและดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก	10 คะแนน	12 คำ เท่ากับ 12×4 คะแนนเต็ม 48 คะแนน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แบบประเมิน	แผนผังมโนทัศน์ แบบเติมคำลงในผัง	แผนผังมโนทัศน์ แบบสร้างผังจากคำ
สาระ: ดาราศาสตร์และอวกาศ ชุดที่ 1.1 ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร	10 คะแนน	25 คำ เท่ากับ 25×4 คะแนนเต็ม 100 คะแนน
ชุดที่ 1.2 ลักษณะของดาวเคราะห์ 9 ดวง	13 คะแนน	26 คำ เท่ากับ 26×4 คะแนนเต็ม 104 คะแนน
ชุดที่ 2 การเกิดกลางวันกลางคืน ขั้วขั้วข้างแรม และ น้ำขึ้นน้ำลง	6 คะแนน	9 คำ เท่ากับ 9×4 คะแนนเต็ม 36 คะแนน
ชุดที่ 3 เทคโนโลยีอวกาศ	7 คะแนน	14 คำ เท่ากับ 14×4 คะแนนเต็ม 56 คะแนน

7. การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำมโนทัศน์ (item objective congruence: IOC) ผู้วิจัยนำแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์และแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองรูปแบบที่ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่านตรวจสอบความครอบคลุมของโครงสร้างเนื้อหา และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำมโนทัศน์ที่ต้องการวัดในแผนผังเกณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน โดยผู้วิจัยได้กำหนดคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือไว้ดังนี้ (1) เป็นครูผู้สอนที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี (2) เป็นผู้เชี่ยวชาญและมีความรู้เกี่ยวกับการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

ผลจากการตรวจสอบความครอบคลุมของโครงสร้างเนื้อหา และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำมโนทัศน์ที่ต้องการวัดในแผนผังเกณฑ์ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ และแผนผังมโนทัศน์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำนิยามที่ควรวัดในแผนผังเกณฑ์ของผู้คุณวุฒิ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ									
	สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก					สาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ				
	1.1	1.2	1.3	2	3.1	3.2	1.1	1.2	2	3
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับระดับชั้น	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	0.80	0.60	0.80
2. ความสอดคล้องระหว่างคำนิยามกับเนื้อหาที่มุ่งวัด	0.60	0.80	0.80	0.60	0.80	0.80	0.60	0.80	0.80	1.00
3. ความถูกต้องของคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์	1.00	0.80	0.80	0.60	1.00	0.80	0.80	0.80	0.60	0.80
4. ความถูกต้องของเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.60

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกัน โดยเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำนิยามที่ควรวัดในแผนผังเกณฑ์และแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองสาระ จำนวน 10 ชุด สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60–1.00 ซึ่งถือว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกันมากกว่าร้อยละ 50 นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาถึงรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ การใช้ภาษา และคำชี้แจงต่างๆ โดยมีรายละเอียดของความเห็นและผลการพิจารณาดังนี้

7.1 ด้านรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ ผู้ทรงคุณวุฒิได้แนะนำว่าแผนผังมโนทัศน์บางเรื่องมีเนื้อหามากเกินไป และมีเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์มาก **ควรปรับ** เส้นเชื่อมโยงที่ลากจากมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์อื่นๆ ให้ดูง่ายขึ้น ซึ่งในกรณีที่ใช้คำเชื่อมเหมือนกันหรือมโนทัศน์ระดับเดียวกัน **ควรลาก** เส้น และเขียนคำเชื่อมกำกับไว้เพียงเส้นเดียว เพื่อลดจำนวนคำเชื่อมและเส้นเชื่อมลง และ **ควรจัด** คำนิยามไว้หน้าเดียวกับแผนผังโครงสร้าง เพราะจะทำให้นักเรียนสะดวกในการเลือกเติมคำยิ่งขึ้น

สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในแผนผังมโนทัศน์ **ควรใช้** ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถมองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ด้านคำนิยาม **ควรใช้** คำในลักษณะเดียวกัน คือ **ควรใช้** คำนามิให้หมดทุกคำ เพื่อเป็นลักษณะคำนิยามในแนวเดียวกัน

ด้านคำเชื่อม ปรับคำเชื่อมบางคำให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เช่น แปรสภาพ **เปลี่ยนเป็น** เปลี่ยนแปลง

ส่วนในด้านคำชี้แจงและคำสั่ง มีความชัดเจนและเข้าใจดี

7.2 ด้านเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำมโนทัศน์ที่ต้องการวัดในแผนผังเกณฑ์ ผู้ทรงคุณวุฒิได้แนะนำให้ปรับปรุงคำมโนทัศน์บางเนื้อหาให้ถูกต้องและเหมาะสม ดังนี้

ตารางที่ 5 รายการที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์	รายการที่ต้องปรับปรุงแก้ไข
สาระ: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แผนผังชุดที่ 1.1 ลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี	<ul style="list-style-type: none"> - เปลี่ยนชื่อคำมโนทัศน์ในลักษณะของหิน เช่น หินพัมมิส เปลี่ยนเป็น หินพัมมิช เพื่อให้ถูกต้องตามศัพท์พจนานุกรม - คำว่า เนื้อสาก เปลี่ยนเป็น เนื้อฟองอากาศ - คำมโนทัศน์ คำว่า แว่ววาว ตัดออก เพราะไม่ใช่ลักษณะของหินแกรนิตที่ควรจำ - ตัดคำนำหน้านาม ออก เช่น ทำถนน เป็น ถนน, ทำครก เป็น ครก
แผนผังชุดที่ 1.2 ลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้น	<ul style="list-style-type: none"> - มีตัวอย่างเรื่องหินตะกอนหรือหินชั้นมากเกินไป ทำให้มีเส้นเชื่อมโยงและคำเชื่อมมาก ควรลด จำนวนคำมโนทัศน์ลง - คำมโนทัศน์ เกะสลัก เปลี่ยนเป็น วัสดุแกะสลัก - เพิ่ม มโนทัศน์การเกิดหินปูน โดย เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ และตะกอนทางเคมี
แผนผังชุดที่ 1.3 ลักษณะและประโยชน์ของหินแปร	<ul style="list-style-type: none"> - ปรับ เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ให้ดูง่ายขึ้น ควรใช้คำเชื่อมร่วมกันในกรณีที่เป็นระดับเดียวกันหรือเหมือนกัน - คำมโนทัศน์ของลักษณะของหินไนส์ เช่น สีขาว, สีดำ เปลี่ยนเป็น มีลักษณะ เนื้อแน่น - ตัดคำมโนทัศน์ คำว่า มีลวดลายออก
แผนผังชุดที่ 2: การกร่อนของหินและการเกิดดิน	<ul style="list-style-type: none"> - คำเชื่อมจากคำว่า ถูก เปลี่ยนเป็น ถูกกัดกร่อนโดย
แผนผังชุดที่ 3.1: ลักษณะของดิน	
แผนผังชุดที่ 3.2: ประโยชน์ของดินและดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก	<ul style="list-style-type: none"> - ปรับ เส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์บางเส้นใหม่ - เพิ่ม คำเชื่อมให้สื่อความหมายให้มากขึ้น

ตารางที่ 5 รายการที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในแผนผังมโนทัศน์ (ต่อ)

แผนผังมโนทัศน์	รายการที่ต้องปรับปรุงแก้ไข
<p>สาระ: ดาราศาสตร์และอวกาศ</p> <p>แผนผังชุดที่ 1.1: ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตัด คำมโนทัศน์ คำว่า ไม่มีแสงสว่างในตัวเองออก เนื่องจากดาวเคราะห์ทุกดวงไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ซึ่งเป็นคำมโนทัศน์ที่นักเรียนควรรู้เป็นเบื้องต้น - คำมโนทัศน์ของลักษณะของ ดาวหาง เปลี่ยนเป็น เป็นน้ำแข็ง ก๊าซ หรือฝุ่นที่ล่องลอยในอวกาศ ส่วนมโนทัศน์อุกกาบาต เปลี่ยนเป็น หิน หรือวัตถุที่ล่องลอยในอวกาศ - ปรับเส้นเชื่อมโยงบางเส้นให้ถูกต้องและสื่อความหมายมากขึ้น
<p>แผนผังชุดที่ 1.2: ดาวเคราะห์ 9 ดวง</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตัดคำ มโนทัศน์ว่าไม่มีแสงสว่างในตัวเองออก เพราะดาวเคราะห์ทุกดวงไม่มีแสงสว่างในตัวเอง - ตัดคำมโนทัศน์ ของดาวยูเรนัส คำว่า ดาวเคราะห์อันดับ 7 ออกเพราะไม่ควรเป็นมโนทัศน์ที่ควรจำสำหรับนักเรียน - ตัดคำมโนทัศน์ของดาวเสาร์ คำว่า สวยงาม ออกเพราะดาวแต่ละดวงมีความสวยงามแตกต่างกันออกไปเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ค่อยถูกต้อง
<p>แผนผังชุดที่ 5: ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์</p> <p>แผนผังชุดที่ 6: เทคโนโลยีอวกาศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ปรับเส้นเชื่อมโยงบางเส้นให้ถูกต้อง - ปรับคำเชื่อม และเส้นเชื่อมบางจุดให้มีความชัดเจนมากขึ้น

8. การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน วัตถุประสงค์ของการทดลองใช้แบบประเมินครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา และความเข้าใจในคำชี้แจงของแผนผังมโนทัศน์ การทดลองใช้จะดำเนินการหลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้ว โดยระหว่างการประเมินผู้วิจัยได้สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการทดลองใช้เครื่องมือพบว่า

8.1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจสำนวน ถ้อยคำ ภาษา และคำชี้แจงที่ใช้ในแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดี

8.2 จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ทดลองใช้เครื่องมือ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังง่ายทำได้ง่าย ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำนักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าในการสร้างแผนผังเป็นเรื่องยากโดยเฉพาะการเลือกใช้คำเชื่อม จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่าส่วนใหญ่ยังไม่สามารถจัดประเภทของคำ และไม่สามารถเติมคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนใช้คำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ไม่ครบทุกคำ และนักเรียนไม่สามารถเพิ่มคำมโนทัศน์จากความคิดของตนเองเข้าไปในแผนผังได้เลย ส่วนการลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ พบว่าการทดลองใช้แผนผังมโนทัศน์ในชุดแรกๆ นักเรียนยังลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำไม่ครบและไม่ค่อยถูกต้อง เมื่อพิจารณาในด้านเวลาพบว่านักเรียนใช้เวลาในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ค่อนข้างมาก โดยใช้เวลาอยู่ระหว่าง 60-80 นาที/ชุดของแผนผัง จากปัญหาที่พบดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้วิจัยต้องเตรียมความพร้อมในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ให้แก่ นักเรียนให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะหากนักเรียนไม่มีความชำนาญหรือไม่เข้าใจวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ก็อาจส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการวัดมโนทัศน์ของนักเรียนได้

ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน เนื่องจากการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินเป็นเรื่องใหม่ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องให้ความรู้แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดเข้าใจในขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดี และสืบเนื่องมาจากการทดลองใช้เครื่องมือซึ่งพบว่าหากนักเรียนไม่มีความรู้ความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์แล้ว ก็จะทำให้ไม่สามารถถ่ายทอดมโนทัศน์ออกมาในรูปของแผนผังได้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทราบตั้งแต่ต้น ในขั้นตอนนี้จึงดำเนินการให้ความรู้แก่ครูและนักเรียนในเรื่องเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การประชุมเชิงปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนแรกของการเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยดำเนินการให้ความรู้เรื่องแผนผังมโนทัศน์ เพื่อสร้างความเข้าใจและให้ความรู้แก่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยหัวข้อการบรรยายประกอบด้วย การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของแผนผังมโนทัศน์ ความสำคัญของแผนผังมโนทัศน์ องค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ ประเภทของแผนผังมโนทัศน์ และวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์ หลังจากให้ความรู้แล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยนำมโนทัศน์ที่ใกล้ตัวที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาแล้วมาใช้เป็นตัวอย่าง คือเรื่องสิ่งมีชีวิต ซึ่งให้นักเรียนช่วยกันสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นกลุ่มๆ ละ 2-3 คน ในขั้นการฝึกสร้างแผนผังครั้งแรก ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังสร้างแผนผังมโนทัศน์ไม่ค่อยได้เพราะไม่เข้าใจขั้นตอนการจัดกลุ่มคำ การใช้คำเชื่อม และเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ และนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยการลอกเลียนแบบจากตัวอย่างจึงสามารถทำได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิจารณ์ โดยให้อบรมความรู้ในเบื้องต้นนี้ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

4.1.2 การดำเนินการสอน หลังจากผู้วิจัยได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการแล้วพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบรมให้ความรู้เพียง 3 ชั่วโมง ไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องให้ครูผู้สอนนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและรู้วิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์มากขึ้น โดยครูนำไปใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา 2 สาระ คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งหลังจากครูสอนเนื้อหาจบจะฝึกให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่เรียน โดยการสอนในช่วงแรกๆ ครูจะให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังเป็นกลุ่มๆ ละ 2-3 คน เมื่อเห็นว่านักเรียนเกิดความชำนาญและคุ้นเคยแล้วก็ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายบุคคล บางครั้งก็มอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน ในระหว่างดำเนินการสอนครูจะคอยติดตามผลการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เวลาสอนประมาณ 60 นาที/คาบ สัปดาห์ละ 3 คาบ ในระหว่างนี้ผู้วิจัยจะคอยให้คำแนะนำต่างๆ แก่ครูผู้สอนตลอดจนสิ้นสุดการเรียนการสอน

4.2 ขั้นการประเมิน เป็นการนำแผนผังมโนทัศน์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากการประเมินครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการควบคู่ไปกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นหลังจากที่ครูผู้สอนได้สอนเนื้อหาจบแต่ละเรื่องจบ ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) และแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากในแต่ละเนื้อหาที่ทำการวัดประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบ ดังนั้นการประเมินแต่ละครั้งผู้วิจัยได้นำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำไปประเมินก่อนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง เพื่อป้องกันมิให้นักเรียนจดจำรูปแบบและคำมโนทัศน์จากแผนผังแบบเติมคำลงในผังไปใช้ ซึ่งในการประเมินครั้งนี้ต้องการให้นักเรียนได้คิดและถ่ายทอดความรู้ความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่วัดอย่างเต็มที่ ดังนั้นจึงไม่ได้กำหนดเวลาในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่แน่นอนไว้ ในระหว่างการประเมินผู้วิจัยและครูผู้สอนจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งจดบันทึกเวลาในการทำแผนผังของนักเรียนแต่ละคนอย่างเคร่งครัด หลังจากที่นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำเสร็จแล้วก็เก็บรวบรวม จากนั้นแจกแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังให้นักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อต้องการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการตรวจสอบมโนทัศน์ของตนเองในเบื้องต้น เมื่อทำการประเมินเสร็จ ผู้วิจัยได้อธิบายและทำความเข้าใจกับครูผู้สอนถึงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนและวิธีการบันทึกคะแนนอย่างละเอียด แล้วนำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำของนักเรียนแต่ละคนไปถ่ายเอกสาร 2 ชุด เพื่อให้ผู้ประเมิน 2 คนตรวจให้คะแนน ได้แก่ ครูผู้สอนและผู้วิจัย ซึ่งผู้ประเมินทั้งสองคนต่างมีอิสระในการตรวจให้คะแนน ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนด้วยตนเอง จากนั้นนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.3 การตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียน เป็นการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเนื้อหาที่มุ่งวัดแต่ละเรื่อง เพื่อนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาตรวจสอบความตรงตามสภาพของผลการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการ

สัมภาษณ์ด้วยตนเอง เนื่องจากครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคลเป็นอย่างดี ดังนั้นครูผู้สอนจึงเป็นเกณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือในการตรวจสอบความตรงตามสภาพ ผู้วิจัยทำการสุ่มนักเรียน จำนวน 25 คน จากทั้งหมด 38 คน เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยทำการสุ่มนักเรียนจากทุกระดับความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ คือนักเรียนกลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดี จำนวน 8 คน นักเรียนกลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ปานกลาง จำนวน 8 คน และนักเรียนกลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้น้อย จำนวน 9 คน โดยในการสุ่มนักเรียนเข้ารับการสัมภาษณ์ ครูผู้สอนยังไม่ได้ตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์จึงไม่ทราบคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการกระบวนการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลให้แก่ครูได้เข้าใจ โดยระหว่างการสัมภาษณ์ได้บันทึกผลลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ แล้วนำผลที่มาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.4 การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับครูและนักเรียนทุกคน เกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในด้านประโยชน์ในการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ ความยากง่ายในการปฏิบัติ ความพึงพอใจ รวมทั้งพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านเวลาที่นำมาใช้ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์หาค่าต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 10.0 และโปรแกรม GENOVA 2.2 ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

5.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนต่ำสุด (minimum) คะแนนสูงสุด (maximum) และ % ของคะแนนเฉลี่ย

5.2 วิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

5.2.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) โดยการหาความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) สูตรที่ใช้คือสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α - Coefficient)

5.2.2 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ของคะแนนการประเมินแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) โดยใช้โปรแกรม GENOVA (GENeralized analysis Of VAriance System) version 2.2

การออกแบบการวัดเป็นแบบ two-facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็น P \times I \times R crossed design กล่าวคือ (P) แทน จำนวนนักเรียน (I) แทน จำนวนแผนผังมโนทัศน์ และ (R) แทน จำนวนผู้ประเมิน ซึ่งการออกแบบการวัดครั้งนี้ มีผู้ประเมิน 2 คน ตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำของนักเรียนทุกคน โดยใช้การตรวจให้คะแนน 3 แบบ คือ

1. proposition accuracy score (คะแนนความถูกต้องของคำโน้ตศัพท์) คือผลรวมของคะแนนการเชื่อมคำโน้ตศัพท์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้ในแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น
2. convergence score คือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมคำโน้ตศัพท์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนเต็มของการเชื่อมคำโน้ตศัพท์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์
3. salience score คือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมคำโน้ตศัพท์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับจำนวนการเชื่อมคำโน้ตศัพท์ทั้งหมดที่อยู่ในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน

การคำนวณ G-STUDY เพื่อประมาณความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของ P×I×R design (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545)

Effect	σ^2	Expected Mean Squares
P	$[MS(P)-MS(PI)-MS(PR)+MS(PIR)]/n_I n_R$	$\sigma^2_{PIR} + n_I \sigma^2_{PR} + n_R \sigma^2_{PI} + n_I n_R \sigma^2_P$
I	$[MS(I)-MS(PI)-MS(IR)+MS(PIR)] /n_P n_R$	$\sigma^2_{PIR} + n_P \sigma^2_{IR} + n_R \sigma^2_{PI} + n_P n_R \sigma^2_I$
R	$[MS(R)-MS(PR)-MS(ER)+MS(PIR)]/n_P n_I$	$\sigma^2_{PIR} + n_P \sigma^2_{IR} + n_I \sigma^2_{PR} + n_P n_I \sigma^2_R$
PI	$[MS(PI)-MS(PIR)] /n_R$	$\sigma^2_{PIR} + n_R \sigma^2_{PI}$
PR	$[MS(PR)-MS(PIR)] /n_I$	$\sigma^2_{PIR} + n_I \sigma^2_{PR}$
IR	$[MS(IR)-MS(PIR)] /n_P$	$\sigma^2_{PIR} + n_P \sigma^2_{IR}$
PIR	$[MS(PIR)]$	σ^2_{PIR}

เมื่อ	P แทน นักเรียน	PI แทน นักเรียนกับแผนผังมโนทัศน์
	I แทน แผนผังมโนทัศน์	PR แทน นักเรียนกับผู้ประเมิน
	R แทน ผู้ประเมิน	IR แทน แผนผังมโนทัศน์กับผู้ประเมิน
	PIR แทน ความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้	

การศึกษา D-STUDY เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\sigma^2_{Rel} = (\sigma^2_{PR} / n_R) + (\sigma^2_{PI} / n_R) + (\sigma^2_{PIR} / n_R n_I)$$

$$\sigma^2_{Abs} = (\sigma^2_R / n_R) + (\sigma^2_I / n_I) + (\sigma^2_{PR} / n_R) + (\sigma^2_{PI} / n_I) + (\sigma^2_{IR} / n_R n_I) + (\sigma^2_{PIR} / n_R n_I)$$

$$\rho^2_{Rel} = \frac{\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2_{Rel}}$$

$$\rho^2_{Abs} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_{Abs}^2}$$

เมื่อ	P แทน นักเรียน	σ^2_{Rel} แทน Relative Error Variance
	I แทน นักเรียน	σ^2_{Abs} แทน Absolute Error Variance
	R แทน นักเรียน	ρ^2_{Rel} แทน Relative G-Coefficient
		ρ^2_{Abs} แทน Absolute G-Coefficient

5.2.3 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพื่อการตัดสินใจเชิงสรุปอ้างอิง (D-STUDY)

เลือกจำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผังมโนทัศน์

5.2.4 วิเคราะห์ค่าความตรงตามสภาพตรงของแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบ โดยการพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณสัดส่วนของความสอดคล้องผลการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับผลการสัมภาษณ์ หากผลการประเมินนักเรียนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับผลการสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกัน แสดงว่าแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามสภาพ

5.3 วิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนและครู