

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยศึกษาคุณภาพในด้านความเที่ยงและความตรง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนแผนผังมโนทัศน์ รวมทั้งศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ประเมินในชั้นเรียน โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์

2.1 ผลการตรวจสอบความเที่ยงของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง

2.2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ

2.3 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเชิงสรุปร่าง (D-STUDY)

2.4 ผลการตรวจสอบความตรง

ตอนที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์

1.1 รูปแบบของแบบประเมิน

แบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย แผนผังมโนทัศน์ 2 รูปแบบ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) และแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) ซึ่งแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบมีลักษณะดังนี้

แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) เป็นแบบประเมินที่กำหนดแผนผังโครงสร้างและคำมโนทัศน์มาให้ แล้วให้นักเรียนนำคำมโนทัศน์เหล่านั้นเติมลงในช่องว่างของแผนผังให้ถูกต้อง การตรวจให้คะแนนแบบถูก-ผิด ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) เป็นแบบประเมินที่กำหนดคำมโนทัศน์ทั้งหมดมาให้ แล้วให้นักเรียนนำคำมโนทัศน์เหล่านั้นมาสร้างเป็นแผนผัง ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างสรุปร่างแบบของแผนผังด้วยตนเอง พร้อมทั้งสามารถเพิ่มคำมโนทัศน์ที่นอกเหนือจากคำที่กำหนดให้ได้ โดยในการสร้างแผนผังจะต้องลากลูกศรเชื่อมโยงระหว่างคำและเขียนคำเชื่อมกำกับไว้บนเส้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำมโนทัศน์แต่ละคำที่เชื่อมต่อกัน ส่วนระบบการตรวจให้คะแนนจะพิจารณาจากคุณภาพของการ

เชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตในด้านความถูกต้องและความเข้าใจในการสร้างแผนผัง โดยกำหนดระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 0-4 แล้วนับจำนวนการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตที่ได้ โดยตรวจให้คะแนน 3 ประเภท คือ (1) proposition accuracy score คือคะแนนรวมของการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตที่นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้อง (2) convergence score คือสัดส่วนของคะแนนรวมการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตที่นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องเทียบกับคะแนนการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ (3) salience score คือสัดส่วนของคะแนนรวมการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตที่นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องเทียบกับจำนวนการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตทั้งหมดในแผนผังโน้ตโน้ตของนักเรียนเอง ซึ่งคะแนนทั้งสามประเภทเป็นการระบุถึงระดับความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงคำโน้ตโน้ตทำให้ทราบถึงมีโน้ตโน้ตของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแผนผังเกณฑ์

แผนผังโน้ตโน้ตที่สร้างขึ้นนี้มุ่งวัดมโน้ตโน้ตในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ 2 สารคือ สารที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยแต่ละเนื้อหาที่มุ่งวัดจะประกอบด้วยแผนผังมโน้ตโน้ต 2 รูปแบบ คือแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโน้ตโน้ตแบบสร้างผังจากคำ มีรายละเอียดของแผนผังมโน้ตโน้ตดังนี้

สารที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วยแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมคำลงในผัง จำนวน 6 แผนผัง และแผนผังมโน้ตโน้ตแบบสร้างผังจากคำ จำนวน 6 แผนผัง และสารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมคำลงในผัง จำนวน 4 แผนผัง และแผนผังมโน้ตโน้ตแบบสร้างผังจากคำ จำนวน 4 แผนผัง

1.2 วิธีการประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโน้ตโน้ต

การนำแผนผังมโน้ตโน้ตไปใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ เป็นลักษณะการประเมินที่จัดควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นการประเมินผลระหว่างเรียน ดังนั้นการประเมินจะเกิดขึ้นหลังจากครูสอนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบ ซึ่งในแต่ละเนื้อหาประกอบด้วยแผนผังมโน้ตโน้ตทั้งสองแบบ โดยนำแผนผังมโน้ตโน้ตแบบสร้างผังจากคำไปประเมินก่อนแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมคำลงในผัง ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนจำรูปแบบและคำโน้ตโน้ตในแผนผังแบบเติมคำไปใช้ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ การประเมินครั้งนี้ต้องการวัดมโน้ตโน้ตและกระบวนการคิดพร้อมทั้งความสามารถในการสร้างแผนผังของนักเรียน จึงไม่ได้กำหนดเวลาในการสร้างแผนผังมโน้ตโน้ตที่แน่นอนไว้ เพื่อให้นักเรียนจะได้มีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่แต่เวลาที่ใช้ก็ต้องในวิสัยที่จะสามารถดำเนินการได้ ระหว่างการประเมินผู้วิจัยและครูผู้สอนดำเนินการบันทึกพฤติกรรมและเวลาที่ใช้ในการทำของแต่ละคนอย่างเคร่งครัด เพื่อใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมในด้านเวลาของการนำแผนผังมโน้ตโน้ตมาใช้ เมื่อนักเรียนทุกคนทำแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมสร้างผังจากคำเสร็จทำการเก็บรวบรวม จากนั้นนำแผนผังมโน้ตโน้ตแบบเติมคำลงในผังที่วัดเนื้อหาเดียวกันให้นักเรียนทำ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบการสร้างแผนผังมโน้ตโน้ตและมโน้ตโน้ตของตนเองในเบื้องต้น แล้วนำแผนผังมโน้ตโน้ตมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง

ตารางที่ 7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง สารที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ จำแนกตามชุดของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์ แบบเติมคำลงในผัง	คะแนน เต็ม	ค่าสูงสุด (Max.)	ค่าต่ำสุด (Min.)	ค่าเฉลี่ย Mean	S.D.	% ของ คะแนนเฉลี่ย
สารที่ 1: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก						
1.1 ลักษณะและประโยชน์ของหิน						
อัคนี	10	10	2	7.13	2.55	71.3
1.2 ลักษณะและประโยชน์ของหิน						
ตะกอนหรือหินชั้น	10	10	2	5.55	1.90	55.5
1.3 ลักษณะและประโยชน์ของหิน						
แปร	10	10	2	6.34	2.65	63.4
2. การกร่อนของหินและการเกิดดิน						
3.1 ลักษณะของดิน	10	10	2	7.82	1.97	78.2
3.2 ประโยชน์ของดินและดินที่						
เหมาะแก่การเพาะปลูก	8	8	3	6.47	1.48	80.9
สารที่ 2: ดาราศาสตร์และอวกาศ						
1.1 ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร						
1.2 ดาวเคราะห์ 9 ดวง	13	13	3	11.00	2.48	84.6
2. การเกิดกลางวันกลางคืน						
ข้างขึ้นข้างแรม และน้ำขึ้นน้ำลง	6	6	0	3.58	1.85	59.7
3. เทคโนโลยีอวกาศ						
	7	7	2	5.89	1.54	84.1

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาในสารที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก พบว่าคะแนนของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังตั้งแต่ชุดที่ 1.1–3.2 แต่ละชุดให้คะแนนอยู่ระหว่าง 55.5–80.9% ของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งเป็นคะแนนที่ค่อนข้างสูง โดยแผนผังมโนทัศน์เรื่องประโยชน์ของดินและดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก มีเปอร์เซ็นต์ของคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด และเรื่องลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้นมีเปอร์เซ็นต์ของคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อพิจารณาในสารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่าคะแนนของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ตั้งแต่ชุดที่ 1.1–3 ให้คะแนนอยู่ระหว่าง 59.7 – 84.6% ของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าสูงกว่าสารที่ 1 เพียงเล็กน้อย โดยแผนผังมโนทัศน์เรื่องดาวเคราะห์ 9 ดวง มีเปอร์เซ็นต์ของคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด และแผนผังมโนทัศน์เรื่องการเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม และน้ำขึ้นน้ำลงมีเปอร์เซ็นต์

ของคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด จากการพิจารณาคะแนนแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองสาระ พบว่านักเรียนทำคะแนนได้ค่อนข้างสูงไปในทิศทางเดียวกัน อาจเป็นเพราะแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ค่อนข้างง่ายและมีลักษณะเหมือนข้อสอบเติมคำซึ่งมีตัวเลือกให้นักเรียนเลือกเติมทำให้นักเรียนสามารถเดาคำตอบได้ ผลจากการประเมินพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มทั้งหมด

1.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ จากสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ จำแนกตามประเภทการตรวจให้คะแนน และชุดของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผัง จากคำ	คะแนน เต็ม	ประเภทของการตรวจให้คะแนน							
		proposition accuracy			convergence		saliency score		
		score			score				
		% ของ							
\bar{X}	S.D.	คะแนนเฉลี่ย			\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
สาระที่ 1: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก									
1.1 ลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี									
	96	39.01	28.28	40.64	0.41	0.295	0.47	0.30	
1.2 ลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้น									
	100	35.60	16.33	35.60	0.355	0.16	0.485	0.18	
1.3 ลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี									
	80	28.95	19.43	36.19	0.36	0.26	0.385	0.27	
2. การก่อตัวของหิน และการเกิดดิน									
	48	17.74	10.30	36.96	0.37	0.22	0.38	0.23	
3.1 ลักษณะของดิน									
	80	39.14	17.64	48.93	0.49	0.22	0.57	0.23	
3.2 ประโยชน์ของดิน และดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก									
	56	28.38	15.14	50.67	0.59	0.26	0.53	0.27	
สาระที่ 2: ดาราศาสตร์และอวกาศ									
1.1 ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร									
	100	54.62	24.61	54.62	0.545	0.245	0.62	0.26	
1.2 ดาวเคราะห์ 9 ดวง									
	104	64.03	20.91	61.57	0.62	0.20	0.70	0.22	
2. การเกิดกลางวันกลางคืน									
ข้างขึ้นข้างแรม น้ำขึ้นน้ำลง									
	36	10.58	8.62	29.39	0.295	0.235	0.31	0.25	
3. เทคโนโลยีอวกาศ									
	56	24.37	13.13	43.52	0.435	0.23	0.43	0.225	

จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาแผนผังมโนทัศน์ในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก พบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy ซึ่งเป็นคะแนนรวมการเชื่อมโยงคำโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้ พบว่าแผนผังมโนทัศน์ทุกเรื่องตั้งแต่ชุดที่ 1.1-3.2 มีคะแนนอยู่ระหว่าง 35.60 – 48.93% ของคะแนนเฉลี่ย ส่วนการตรวจให้คะแนนแบบ convergence ซึ่งเป็นสัดส่วนของรวมการเชื่อมคำโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนการเชื่อมคำโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.355 – 0.49 และการตรวจให้คะแนนแบบ salience ซึ่งเป็นสัดส่วนของคะแนนรวมการเชื่อมคำโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับการเชื่อมคำโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.57

ส่วนแผนผังมโนทัศน์ ในสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อพิจารณาจากการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy พบว่าแผนผังมโนทัศน์ทุกเรื่องตั้งแต่ชุดที่ 1.1 – 3 ให้คะแนนอยู่ระหว่าง 29.39 - 61.89 % ของคะแนนเฉลี่ย ส่วนการตรวจให้คะแนนแบบ convergence พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.295 – 0.62 และการตรวจให้คะแนน salience พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.31– 0.70 จากคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำในทั้งสองสาระ แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้จากแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำไปในทิศทางเดียวกัน โดยคะแนนที่ได้มีความใกล้เคียงกัน

สรุปผลการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ

เมื่อพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ พบว่าการสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้กำหนดรูปแบบของแผนผังด้วยตนเอง พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อม และลากลูกศรเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำโนทัศน์นั้น ทำให้ยากและซับซ้อนกว่าการทำแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคีย์ลงในผัง จึงทำให้นักเรียนได้คะแนนในส่วนนี้ค่อนข้างแตกต่างกันไป ผลจากคะแนนที่ได้จากการสร้างแผนผังมโนทัศน์และการสังเกตพฤติกรรมและสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามระดับความสามารถ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดี ถูกต้องตามขั้นตอนและครบองค์ประกอบของการสร้างแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่สามารถใช้คำโนทัศน์ที่กำหนดได้ครบทุกคำ พร้อมทั้งสามารถเพิ่มคำโนทัศน์จากความคิดของตัวเองเข้าไปได้ในแผนผังได้ และเป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถทำคะแนนในการสร้างแผนผังผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างแต่ละชุด ได้ตั้งแต่ 8-10 เรื่อง จากทั้งหมด 10 เรื่อง ซึ่งพบว่ามีนักเรียนจำนวน 9 คน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน คิดเป็นร้อยละ 23.7 **กลุ่มที่ 2** คือกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ปานกลาง โดยเป็นกลุ่มที่สามารถทำคะแนนในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ตั้งแต่ 4-7 เรื่อง จากทั้งหมด 10 เรื่อง มีนักเรียนจำนวน 14 คน จากนักเรียน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 36.8 และ**กลุ่มที่ 3** คือกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้น้อยหรือไม่ค่อยเข้าใจในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ได้เพียง 0-3 เรื่องเท่านั้น

จากทั้งหมด 10 เรื่อง ซึ่งพบว่ากลุ่มมีจำนวนนักเรียนถึง 15 คน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน คิดเป็นร้อยละ 39.5 ซึ่งเป็นจำนวนนักเรียนมากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

จากการสังเกตพฤติกรรมการสร้างแผนผังมโนทัศน์ พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมและผลของคะแนนแตกต่างกัน โดยแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมที่สังเกตได้ ดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการทำแผนผังมโนทัศน์ค่อนข้างสูง สามารถจัดกลุ่มของคำมโนทัศน์ได้ถูกต้องและส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนดี นอกจากนี้พบว่านักเรียนบางคนสามารถทำคะแนนการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ได้คะแนนเต็ม และในบางเรื่องสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยใช้คำเชื่อมและคำมโนทัศน์ได้ดีกว่าแผนผังเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนกลุ่มที่ 2 จากการสังเกตพฤติกรรมและพิจารณาจากคะแนนแผนผังมโนทัศน์ที่ได้ พบว่านักเรียนในกลุ่มนี้มีพฤติกรรมที่หลากหลาย โดยสามารถแยกได้ดังนี้ 1) กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ไม่คงที่ คือสามารถทำคะแนนแผนผังมโนทัศน์บางเรื่องได้คะแนนสูง แต่บางเรื่องได้คะแนนต่ำ 2) กลุ่มนักเรียนที่ทำคะแนนแผนผังมโนทัศน์ในชุดแรกๆ ได้น้อยหรือไม่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้เลยแต่สามารถทำคะแนนได้ดีในแผนผังมโนทัศน์ชุดหลังๆ 3) กลุ่มนักเรียนที่ทำคะแนนแผนผังมโนทัศน์ในชุดแรกๆ ได้ดีแต่แผนผังมโนทัศน์ชุดหลังๆ กลับทำไม่ได้ สำหรับนักเรียนในกลุ่มนี้ พบว่ามีนักเรียนบางคนเท่านั้นที่สามารถใช้คำมโนทัศน์ได้ครบถ้วนและเพิ่มคำมโนทัศน์ได้ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลางถึงสูง

นักเรียนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับนักเรียนกลุ่มอื่น จากการสังเกตพฤติกรรมการสร้างแผนผังและคะแนนที่ได้ของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่านักเรียนในกลุ่มนี้ที่ไม่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้หรือได้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างเป็นศูนย์ในบางเรื่อง มีนักเรียนถึง 4 คน เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ใช้คำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ไม่ครบ เขียนคำเชื่อมและลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์

2.1 ผลการตรวจสอบความเที่ยงของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง โดยใช้ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน คำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 สาระ คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังทั้งหมด 6 แผนผัง คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงได้เท่ากับ .46 และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศมีแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังทั้งหมด 4 แผนผัง คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงได้เท่ากับ .76

2.2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ

การประมาณค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เป็นการประมาณค่าความแปรปรวนของ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ นักเรียน แผนผังมโนทัศน์ และผู้ประเมิน ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability coefficient) ของการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท โดยออกแบบการวัด PXIXR design วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน จำนวน 38 คน จากผู้ประเมิน 2 คน โดยผู้ประเมินแต่ละคนตรวจให้คะแนน 3 ประเภท ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ตามสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์และอักษรย่อในการนำเสนอผลในตารางดังกล่าว มีดังนี้

P	แทน นักเรียน
I	แทน แผนผังมโนทัศน์
R	แทน ผู้ประเมิน
PI, PR, IR	แทน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียนกับแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนกับผู้ประเมิน และแผนผังมโนทัศน์กับผู้ประเมิน
PIR,E	แทน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียน แผนผังมโนทัศน์ และผู้ประเมิน ซึ่งปะปนกับความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้
σ_p^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพนักเรียน
σ_{Abs}^2	แทน ความแปรปรวนของการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์
$\hat{\rho}_{Rel}^2$	แทน สัมประสิทธิ์สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์
$\hat{\rho}_{Abs}^2$	แทน สัมประสิทธิ์สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์

proposition accuracy คือ ผลรวมของคะแนนการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้

convergence คือ สัดส่วนของคะแนนการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์

salience คือ สัดส่วนของคะแนนการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับจำนวนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน

2.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์การสุ่อ้างอิงของคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท

Source of Variation	ประเภทการตรวจให้คะแนน					
	proposition accuracy		convergence		salience	
	Estimated Variance Component	Percent of total variance	Estimated Variance Component	Percent of total variance	Estimated Variance Component	Percent of total variance
P	200.2385	77.6201	0.0353	88.4112	0.0355	87.8713
I	6.3769	2.4793	0.0006	1.5038	0.0008	1.9802
R	16.6776	6.4649	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PI	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PR	24.6851	9.5689	0.0022	5.5138	0.0021	5.1980
IR	0.3894	0.1509	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PIR	9.6051	3.7233	0.0018	4.5113	0.0020	4.9540
Total	257.9726	100.0000	0.0399	100.0000	0.0404	100.0000
ρ_{Rel}^2	.8538		.8970		.8951	
ρ_{Abs}^2	.7959		.8969		.8951	

จากตารางที่ 9 คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมื่อเปรียบเทียบการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ เมื่อเทียบค่าความแปรปรวนเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยแยกตามประเภทของการตรวจให้คะแนน ได้ดังนี้

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท proposition accuracy หรือคะแนนรวมในการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนทำได้ พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนที่สุดมีค่า 200.2385 คิดเป็นร้อยละ 77.6201 รองลงมาคือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ประเมินมีค่า 24.6851 คิดเป็นร้อยละ 9.5689 และรองลงมาคือความแปรปรวนของผู้ประเมินมีค่า 16.6776 คิดเป็นร้อยละ 6.4649 ส่วนความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับแผนผังมโนทัศน์ มีค่าเท่ากับ 0

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท convergence หรือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับจำนวนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ พบว่าความ

แปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนที่สุดมีค่า 0.0353 คิดเป็นร้อยละ 88.4112 รองลงมาคือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ประเมินมีค่า 0.0022 คิดเป็นร้อยละ 5.5138 และรองลงมาคือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ 0.0018 คิดเป็นร้อยละ 4.5113 ส่วนความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับแผนผังมีโนทัศน์ มีค่าเท่ากับ 0

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท salience หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องในการเชื่อมโยงค่ามีโนทัศน์ที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนการเชื่อมคำมีโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมีโนทัศน์ของนักเรียน พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนมีค่า 0.0355 คิดเป็นร้อยละ 87.8713 รองลงมาคือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ประเมินมีค่า 0.0021 คิดเป็นร้อยละ 5.1980 และรองลงมาคือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ 0.0020 คิดเป็นร้อยละ 4.9504 ส่วนความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับแผนผังมีโนทัศน์ มีค่าเท่ากับ 0

2.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแผนผังมีโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 2 ดาราศาสตร์

และอวกาศ

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนแผนผังมีโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท

Source of Variation	ประเภทการตรวจให้คะแนน					
	proposition accuracy		convergence		salience	
	Estimated Variance	Percent of total variance	Estimated Variance	Percent of total variance	Estimated Variance	Percent of total variance
	Component		Component		Component	
P	170.6218	44.5892	0.0324	73.3032	0.0306	66.5217
I	144.5811	37.7839	0.0039	8.8235	0.0071	15.4348
R	33.1558	8.6647	0.0027	6.1086	0.0023	5.0000
PI	9.1383	2.3881	0.0008	1.8100	0.0015	3.2608
PR	14.7685	3.8595	0.0028	6.3348	0.0028	6.0870
IR	0.1237	0.0323	0.0001	0.2262	0.0000	0.0000
PIR	10.2632	2.6821	0.0015	3.3937	0.0017	3.6957
Total	382.6524	100.0000	0.0442	100.0000	0.0460	100.0000
ρ_{Rel}^2	.8777		.8867		.8763	
ρ_{Abs}^2	.7551		.8270		.8244	

จากตารางที่ 10 แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อเปรียบเทียบการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ เมื่อเทียบค่าความแปรปรวนเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยแยกตามประเภทของการตรวจให้คะแนน ได้ดังนี้

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท proposition accuracy หรือคะแนนรวมของการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้ พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนที่สุดมีค่า 170.6218 คิดเป็นร้อยละ 44.5892 รองลงมาคือความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์ มีค่า 144.5811 คิดเป็นร้อยละ 37.7839 และรองลงมาคือความแปรปรวนของผู้ประเมินมีค่า 33.1558 คิดเป็นร้อยละ 8.6647 โดยแหล่งความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์กับผู้ประเมินมีค่าน้อยที่สุด 0.1237 คิดเป็นร้อยละ 0.0323

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท convergence หรือสัดส่วนของคะแนนรวมของการเชื่อมคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนที่สุดมีค่า 0.0324 คิดเป็นร้อยละ 73.3032 รองลงมาคือความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์มีค่า 0.0039 คิดเป็นร้อยละ 8.8235 และรองลงมาคือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ประเมินมีค่า 0.0028 คิดเป็นร้อยละ 6.3348 โดยแหล่งความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์กับผู้ประเมินมีค่าน้อยที่สุด 0.0001 คิดเป็นร้อยละ 0.2262

เมื่อตรวจให้คะแนนประเภท salience หรือสัดส่วนของคะแนนรวมในการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่นักเรียนสามารถทำได้กับคะแนนของการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนสามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนมีค่า 0.0306 คิดเป็นร้อยละ 66.5217 รองลงมาคือความแปรปรวนแผนผังมโนทัศน์มีค่า 0.0071 คิดเป็นร้อยละ 15.4348 และรองลงมาคือแหล่งความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ประเมินมีค่า 0.0028 คิดเป็นร้อยละ 6.0870 โดยแหล่งความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์กับผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ 0

ผลจากตารางที่ 9 และ 10 พบว่าคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เมื่อกำหนดการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ต่างกันอยู่เพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาตามสาระการเรียนรู้ พบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สารที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสารที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าการให้คะแนนแบบ proposition accuracy มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพันธ์ เท่ากับ .8538 และ .8777 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ เท่ากับ .7959 และ .7551 ตามลำดับ สำหรับการให้คะแนนแบบ convergence มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพันธ์ เท่ากับ .8970 และ .8867 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ เท่ากับ .8969 และ .8270 ตามลำดับ และการให้คะแนนแบบ salience มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพันธ์ เท่ากับ .8951 และ .8763 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ เท่ากับ .8951 และ .8244 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาคะแนนของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำทั้งสองสาระการเรียนรู้ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไปในทิศทางเดียวกัน และมีค่าใกล้เคียงกันโดยการให้ตรวจคะแนนแบบ convergence หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมโยงมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจให้คะแนนแบบอื่น และการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจให้คะแนนแบบอื่น

จากการตรวจให้คะแนนสามารถสรุปได้ว่า การตรวจให้คะแนนแบบ salience เป็นคะแนนที่บ่งบอกถึงระดับความสามารถสูงสุดในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ในแต่ละเนื้อหาของนักเรียน ในขณะที่การตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy และคะแนนแบบ convergence เป็นคะแนนที่บ่งบอกถึงระดับความสามารถในการคิดเพียงบางส่วน of นักเรียนเท่านั้นเมื่อเทียบกับระดับการคิดทั้งหมดที่ต้องการให้เกิดขึ้น

2.3 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เลือกจำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผังมโนทัศน์ เมื่อใช้การตรวจให้คะแนน 3 ประเภท ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงมาศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เพื่อต้องการลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิงโดยมีเงื่อนไขในการวัด คือจำนวนแผนผังมโนทัศน์และจำนวนผู้ประเมิน โดยกำหนดแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง และผู้ประเมิน 1-3 คน และซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในวิสัยที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ กรณีใช้ผู้ประเมิน 1 คน เป็นวิสัยที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทั่วๆ ไป กรณีใช้ผู้ประเมิน 2 คน เมื่อต้องการเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการสรุปอ้างอิงมากขึ้น และกรณีใช้ผู้ประเมิน 3 คน เมื่อต้องการตัดสินใจที่สำคัญ โดยการตัดสินใจจากการวิเคราะห์จำนวนแผนผังมโนทัศน์และจำนวนผู้ประเมิน ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุด เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ได้จากการตรวจให้คะแนน 3 ประเภทชัดเจน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามสาระการเรียนรู้ 2 เรื่อง คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ดังปรากฏในตารางที่ 11-12

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมื่อใช้การตรวจให้คะแนน 3 ประเภท กรณี ($n_p = 38, n_i = 2 - 10, n_r = 1 - 3$)

วิธีการตรวจให้คะแนน	n_r	ρ_{Abs}^2	จำนวนแผนผังมโนทัศน์ (n_i)				
			2	4	6	8	10
proposition accuracy	1	ρ_{Abs}^2	0.5530	0.6009	0.6473	0.6614	0.6702
	2	ρ_{Abs}^2	0.6888	0.7523	0.7762	0.7882	0.7964
	3	ρ_{Abs}^2	0.7501	0.8950	0.8314	0.8428	0.8498
convergence	1	ρ_{Abs}^2	0.6701	0.7639	0.8013	0.8214	0.8333
	2	ρ_{Abs}^2	0.7854	0.8561	0.8826	0.8925	0.9050
	3	ρ_{Abs}^2	0.8332	0.8920	0.9135	0.9246	0.9315
salience	1	ρ_{Abs}^2	0.6524	0.7527	0.7948	0.8171	0.8311
	2	ρ_{Abs}^2	0.7680	0.8463	0.8764	0.8922	0.9019
	3	ρ_{Abs}^2	0.8161	0.8828	0.9075	0.9204	0.9283

จากตารางที่ 11 พบว่าเมื่อกำหนดผู้ประเมิน 1-3 คน จำนวนแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง การตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy ซึ่งเป็นคะแนนของความถูกต้องของการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.5530 – 0.8498 เมื่อตรวจให้คะแนนแบบ convergence หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมโยงมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.6701 – 0.9315 และเมื่อตรวจให้คะแนนแบบ salience หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.6524 - 0.9283

ช่วงการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เลือกจำนวนผู้ประเมินและแผนผังมโนทัศน์ เมื่อกำหนดผู้ประเมิน 1 คน จำนวนแผนผัง 2 - 10 แผนผัง ตรวจให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำสุดเมื่อเทียบกับคะแนนแบบอื่น ส่วนการตรวจให้คะแนนแบบ convergence และ salience พบว่าถ้ากำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 6 แผนผัง จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.8013 และ 0.7948 ตามลำดับ เมื่อกำหนดผู้ประเมิน 2 คน ใช้ตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพิ่ม

ขึ้นจากใช้ผู้ประเมิน 1 คนเพียงเล็กน้อย ส่วนการตรวจให้คะแนนแบบ convergence และ salience พบว่าถ้ากำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 4 แผนผัง สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.8561 และ 0.8463 ตามลำดับ และเมื่อกำหนดผู้ประเมิน 3 คน การตรวจให้คะแนนแบบตรวจ proposition accuracy ถ้าหากกำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 4 แผนผัง สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.8950 ส่วนการตรวจให้คะแนนให้คะแนนแบบ convergence และ salience เมื่อกำหนดแผนผังมโนทัศน์ 1 แผนผัง สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.8332 และ 0.8161 ตามลำดับ ซึ่งการตรวจให้คะแนนทั้งสามแบบให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ใกล้เคียง

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ของแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อใช้การตรวจให้คะแนน 3 ประเภท กรณี ($n_p=38, n_i = 2-10, n_r = 1 - 3$)

วิธีการตรวจให้คะแนน	n_r	ρ_{Abs}^2	จำนวนแผนผังมโนทัศน์ (n_i)				
			2	4	6	8	10
proposition accuracy	1	ρ_{Abs}^2	0.2772	0.3869	0.4457	0.4823	0.5074
	2	ρ_{Abs}^2	0.3121	0.4459	0.5203	0.5676	0.6004
	3	ρ_{Abs}^2	0.3257	0.4698	0.5590	0.6031	0.6394
convergence	1	ρ_{Abs}^2	0.5503	0.6350	0.6693	0.6879	0.6990
	2	ρ_{Abs}^2	0.6433	0.7351	0.7718	0.7916	0.8039
	3	ρ_{Abs}^2	0.6817	0.7759	0.8133	0.8334	0.8460
salience	1	ρ_{Abs}^2	0.4701	0.5778	0.6257	0.6527	0.6701
	2	ρ_{Abs}^2	0.5414	0.6636	0.7176	0.7480	0.7676
	3	ρ_{Abs}^2	0.5703	0.6982	0.7546	0.7863	0.8067

จากตารางที่ 12 พบว่าเมื่อกำหนดผู้ประเมิน 1-3 คน จำนวนแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง การตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy หรือคะแนนของความถูกต้องของการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.2772 – 0.6394 เมื่อตรวจให้คะแนนแบบ convergence หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.5503 – 0.8460 และเมื่อตรวจให้คะแนนแบบ salience หรือสัดส่วนของคะแนนความถูกต้อง

ของการเชื่อมโยงคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มในแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.4701-0.8067

ช่วงการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เลือกจำนวนผู้ประเมินและแผนผังมโนทัศน์ เมื่อกำหนดผู้ประเมิน 1 คน จำนวนแผนผัง 2 - 10 แผนผัง ตรวจสอบให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าการตรวจสอบให้คะแนนแบบ proposition accuracy ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำสุดเมื่อเทียบกับคะแนนแบบอื่น ส่วนการตรวจสอบให้คะแนนแบบ convergence และ salience พบว่าเมื่อใช้จำนวนแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5530 – 0.6990 แสดงว่าจำนวนแผนผังมโนทัศน์ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมากนัก เมื่อกำหนดผู้ประเมิน 2 คน ใช้การตรวจสอบให้คะแนนแบบ proposition accuracy พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพิ่มขึ้นจากใช้ผู้ประเมิน 1 คนเพียงเล็กน้อย ส่วนการตรวจสอบให้คะแนนแบบ convergence และ salience มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อกำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 6 แผนผัง สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.7718 และ 0.7176 ตามลำดับ และเมื่อกำหนดผู้ประเมิน 3 คน กำหนดจำนวนแผนผังมโนทัศน์จำนวน 6 แผนผัง พบว่าการตรวจสอบให้คะแนนแบบ convergence สามารถให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงถึง 0.8133

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเชิงสรุปอ้างอิง จากคะแนนแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองสาระ พบว่าการตรวจสอบให้คะแนนแบบ convergence จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุดในทุกช่วงของการตัดสินใจ

2.4 การตรวจสอบความตรง

การตรวจสอบความตรงของแบบประเมินที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการตรวจสอบความตรงตามสภาพ (concurrent validity) โดยการพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำกับผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน ซึ่งผลการพิจารณาแยกตามชุดของแผนผังมโนทัศน์ ตามสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ปรากฏผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำกับผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน

สาระการเรียนรู้	ความสอดคล้อง	
	แผนผังมโนทัศน์ แบบเติมคำลงในผัง	แผนผังมโนทัศน์ แบบสร้างผังจากคำ
สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก		
ชุดที่ 1.1 เรื่องลักษณะและประโยชน์ของหินอัคนี	.64	.72
ชุดที่ 1.2 เรื่องลักษณะและประโยชน์ของหินตะกอนหรือหินชั้น	.44	.72
ชุดที่ 1.3 เรื่องลักษณะและประโยชน์ของหินแปร	.40	.76
ชุดที่ 2 เรื่องการกร่อนของหินและการเกิดดิน	.60	.80
ชุดที่ 3.1 เรื่องลักษณะของดิน	.64	.72
ชุดที่ 3.2 เรื่องประโยชน์ของดิน และดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก	.68	.84
สาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ		
ชุดที่ 1.1 เรื่องดวงอาทิตย์และดาวบริวาร	.52	.76
ชุดที่ 1.2 เรื่องดาวเคราะห์ 9 ดวง	.60	.76
ชุดที่ 2 เรื่องการเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม น้ำขึ้นน้ำลง	.48	.92
ชุดที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ	.40	.84

จากตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาผลการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังกับผลการสัมภาษณ์เพื่อการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน พบว่าในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แต่ละชุดของแผนผังมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .40 – .68 ส่วนในสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ แต่ละชุดของแผนผังมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .40 – .60

เมื่อพิจารณาผลการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำกับผลการวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน พบว่าในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แต่ละชุดของแผนผังมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .72 – .80 ส่วนสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .76 – .92

ตอนที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมิน

ผู้วิจัยได้ศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากเวลาที่ใช้และการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนและการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน รวมทั้งการสัมภาษณ์นักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

3.1 ด้านเวลา ในการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือประเมินความคิดรวบยอด ผู้วิจัยและครูผู้สอนต้องบริหารจัดการด้านเวลาดังนี้

3.1.1 เวลาที่ใช้ในการอบรมให้ความรู้

เนื่องจากเทคนิคแผนผังมโนทัศน์เป็นการประเมินรูปแบบใหม่ ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำมาก่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้ความรู้แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยการให้ความรู้แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้แนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ ดำเนินการโดยผู้วิจัยซึ่งเป็นการอธิบายถึงความสำคัญแผนผังมโนทัศน์ ลักษณะ องค์ประกอบของแผนผัง และวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยใช้เวลาการอบรมให้ความรู้ในเบื้องต้นประมาณ 3 ชั่วโมง ระหว่างการอบรมให้ความรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นกลุ่มโดยใช้มโนทัศน์ง่ายๆ ที่นักเรียนคุ้นเคยหรือเรียนผ่านมาแล้ว ซึ่งพบว่าการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ครั้งแรกนักเรียนต้องอาศัยการลอกเลียนแบบจากตัวอย่างจึงจะสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความมั่นใจในการสร้างแผนผัง นอกจากนี้นักเรียนยังใช้เวลาในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ค่อนข้างนาน ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะนำคำมโนทัศน์ง่ายๆ มาใช้ก็ตาม 2) การดำเนินการสอนหลังจากผู้วิจัยสร้างความเข้าใจและให้ความรู้แก่ครูและนักเรียนเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์แล้ว ครูผู้สอนได้นำเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยในแต่ละสัปดาห์จะมีชั่วโมงวิทยาศาสตร์ 3 คาบ ครูผู้สอนจะสอนโดยให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ของเนื้อหาที่เรียน ซึ่งช่วงแรกจะให้นักเรียนได้สร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นกลุ่มๆ ละ 2-3 คน ต่อมาเมื่อนักเรียนเริ่มมีความคุ้นเคยและชำนาญแล้วก็ให้ฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งให้ทำเป็นการบ้านในบางครั้ง จากการสัมภาษณ์ครูถึงผลการสอนพบว่า ในช่วงแรกๆ ของการสอนนักเรียนแสดงปฏิกิริยาที่มีความอึดอัดใจในการสร้างแผนผัง เพราะเป็นเรื่องที่ไม่คุ้นเคยและแปลกใหม่ แต่เมื่อครูคอยดูแลและคำปรึกษาอย่างใกล้ชิด เด็กหลายคนยอมรับข้อบกพร่องในการทำแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขทำให้นักเรียนเริ่มเข้าใจและสามารถสร้างแผนผังได้ดีขึ้น แต่นักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ไม่ซับซ้อนหรือวัดมโนทัศน์เดียวได้เป็นส่วนใหญ่ หากเป็นแผนผังที่มีความซับซ้อนหลายชั้นตอนหรือมีการเชื่อมโยงข้ามสายระหว่างมโนทัศน์หลายชั้นนักเรียนยังทำไม่ค่อยได้ และเนื่องจากระบบการเรียนการสอนในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบครูหมุนเวียนกันสอนจึงทำให้มีข้อจำกัดในการสอนในบางครั้ง เพราะนักเรียนยังสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่สอนยังไม่เสร็จทั้งหมดชั่วโมงทำให้ไม่สามารถฝึกให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ครบกระบวนการทำและเวลาที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์มีสัปดาห์ละ 3 คาบเท่านั้นทำให้มีข้อจำกัดในด้านเวลา จากการนำเทคนิคแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งในสาระการเรียนรู้ 2 เรื่อง พบว่านักเรียนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ในสาระที่ 2 เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศได้ดีกว่าสาระที่ 1 เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

3.1.2 เวลาที่ใช้ในการประเมิน การนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นลักษณะการประเมินผลระหว่างเรียนโดยจัดควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนจึงดำเนินการหลังจากครูได้สอนเนื้อหาที่มุ่งวัดแต่ละเรื่องจบแล้ว แผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ประเมินแต่ละเนื้อหาประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์ 2 ลักษณะ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ซึ่งในการประเมินจะนำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำไปประเมินนักเรียนก่อนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง เพื่อป้องกันมิให้นักเรียนจำคำมโนทัศน์หรือลักษณะของการจัดแผนผังแบบเติมคำไปใช้ ในระหว่างการประเมินผู้วิจัยและครูจะต้องจดบันทึกและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยกับครูผู้สอนต้องร่วมกันประเมินนักเรียนเพื่อจะได้ดูได้อย่างใกล้ชิด ซึ่งการทำแผนผังต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดความคิดหรือมโนทัศน์ออกมาอย่างเต็มที่ จึงไม่ได้กำหนดเวลาในการทำที่แน่นอนเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการคิด แต่ใช้เวลาที่มีอยู่ในวิสัยที่สามารถปฏิบัติได้ ประมาณ 60-90 นาทีต่อชุด โดยผู้วิจัยจะจดบันทึกเวลาของนักเรียนแต่ละคนใช้ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์อย่างละเอียดเพื่อต้องการดูความเหมาะสมของการใช้เวลา ผลการประเมินพบว่านักเรียนใช้เวลาในการสร้างแผนผังมโนทัศน์เฉลี่ยทุกชุด อยู่ระหว่าง 22.16 - 64.84 นาทีต่อชุด โดยแผนผังมโนทัศน์เรื่องดาวเคราะห์ 9 ดวง นักเรียนใช้เวลาในการทำมากที่สุด ส่วนแผนผังมโนทัศน์เรื่องการเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม และน้ำขึ้นน้ำลงใช้เวลาทำน้อยที่สุด ซึ่งนักเรียนใช้เวลาทำโดยเฉลี่ยรวมทุกแผนผัง 44.9 นาทีต่อชุด เพราะแบบประเมินแต่ละชุดมีจำนวนคำมโนทัศน์ไม่เท่ากันจึงใช้เวลาในการทำแตกต่างกันออกไป ส่วนเวลาที่ใช้ในการทำแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำ โดยกำหนดเวลาในการทำแต่ละชุดอยู่ในช่วงระหว่าง 10-20 นาทีต่อชุด ซึ่งผลปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำอยู่ในช่วงที่กำหนด คือ ระหว่าง 5-15 นาทีต่อชุด โดยระยะเวลาที่ใช้ทำขึ้นอยู่กับความยาวของคำมโนทัศน์ที่มุ่งวัดในแผนผัง

3.1.3 เวลาที่ใช้ในการตรวจให้คะแนน ดำเนินการ 2 ลักษณะ คือการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ให้คะแนนแบบ ถูก-ผิด จึงไม่ยุ่งยากและซับซ้อน ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจเพียงคนเดียว ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ดำเนินการตรวจให้คะแนนโดยผู้ประเมิน 2 คน คือผู้วิจัย (ผู้ประเมินคนที่ 1) และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ (ผู้ประเมินคนที่ 2) โดยใช้เกณฑ์การตรวจที่กำหนดให้ ก่อนการตรวจผู้วิจัยจะทำความเข้าใจกับครูถึงวิธีการตรวจและการบันทึกคะแนนจนเข้าใจเป็นอย่างดี จากการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังพบว่าเวลาที่ใช้ตรวจขึ้นอยู่กับการจำนวนของคำมโนทัศน์ ถ้าแผนผังชุดใดมีคำมโนทัศน์มากก็ใช้เวลาในการตรวจมาก เวลาที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนของแผนผังมโนทัศน์แต่ละชุดอยู่ระหว่าง 50-120 นาทีต่อชุด เมื่อพิจารณาการตรวจให้คะแนนนักเรียนเป็นรายคน พบว่าผู้ประเมินใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนเฉลี่ยต่อคน อยู่ระหว่าง 1.38 นาที – 2.89 นาทีต่อชุด โดยชุดที่ใช้เวลาตรวจนานที่สุดคือแผนผังเรื่องดาวเคราะห์ 9 ดวง จากการสัมภาษณ์ครูพบว่า การตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ ไม่ยุ่งยาก เพราะมีเกณฑ์และแผนผังเกณฑ์ซึ่งเป็นตัวเฉลยกำกับอยู่ แต่จะยุ่งยากในช่วงการให้คะแนนแต่ละประเภท เพราะเสียเวลาในการคำนวณหาสัดส่วนระหว่างคะแนนทำให้ในเวลาค่อนข้างนาน และนอกจากนี้ลายมือและ

การลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนที่ไม่ชัดเจนก็มีผลต่อการให้คะแนนเพราะนักเรียนบางคนลากเส้นเชื่อมโยงซับซ้อน ยุ่งเหยิงและไม่ตรงจุดของคำมโนทัศน์ ทำให้ยากในการตัดสิน

3.2 ด้านการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ

จากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน พบว่าสามารถนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์ใน 2 ด้าน คือ ด้านการเรียนการสอนและด้านการประเมิน สำหรับด้านการเรียนการสอน ครูผู้สอนให้ความเห็นว่าการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ดี ซึ่งสามารถเป็นนวัตกรรมทางเลือกหนึ่งสำหรับครูที่จะนำมาใช้การสอนเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนเพราะมีกิจกรรมที่หลากหลายขึ้น และเมื่อนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการสอนแล้วทำให้นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น ครูสามารถมอบหมายงานให้นักเรียนทำโดยใช้การนำเสนอในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ทำให้ได้งานที่มีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่ายขึ้น ไม่เสียเวลาในการตรวจให้คะแนน นอกจากนี้ผลงานที่นักเรียนได้ทำในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์สามารถจัดเก็บในแฟ้มผลงานของนักเรียนหรือ portfolio ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ทำให้ครูสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดมากกว่าการท่องจำ

สำหรับด้านการประเมิน ครูผู้สอนได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินว่า ทำให้มีรูปแบบการประเมินทางเลือกสำหรับที่ครูจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือประเมินควบคู่ไปกับการประเมินแบบอื่น เช่น การทดสอบ การทำรายงาน การทำโครงงาน เป็นต้น ซึ่งการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์สามารถสะท้อนการคิดของนักเรียนได้ดีในระดับหนึ่ง ทำให้ครูได้ทราบถึงมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคน สามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและซ่อมเสริมนักเรียนได้ถูกต้องตามสภาพที่แท้จริง นอกจากนี้ครูยังเห็นว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ช่วยฝึกทักษะทางการเขียนของนักเรียนได้ดี ทำให้ลดปัญหาในการเดาคำตอบของนักเรียนได้

3.3 ด้านความยากง่ายในการสร้างแผนผัง จากการสังเกตพฤติกรรมการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนและคะแนนที่ได้จากการทำแผนผังมโนทัศน์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเทคนิคแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังนั้นค่อนข้างง่าย ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนในการทำ ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำนั้น จากผลการประเมินแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำสามารถแบ่งลักษณะการทำแผนผังของนักเรียนออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่มีความเข้าใจ รู้ขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดี สามารถถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นแผนผังได้ดี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดีหรือเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง (2) กลุ่มที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังได้พอสมควร คือเป็นนักเรียนที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีเป็นบางเรื่อง ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีในเรื่องง่าย ๆ เป็นมโนทัศน์ใกล้ตัว หรือเรื่องที่ตนชอบเรียน แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่านักเรียนบางคนในกลุ่มนี้มีความคิดรวบยอดที่ชัดเจนในบางเรื่อง (3) กลุ่มที่มีความสามารถในการสร้างแผนผังได้น้อยหรือไม่เข้าใจในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่าในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ชุดแรกๆ นักเรียนหลายคนมีความกังวลและอึดอัดใจในการทำ นักเรียนบางคนใช้คำมโนทัศน์ไม่ครบทุกคำและไม่ใส่คำเชื่อมระหว่างคำ

มโนทัศน์ นอกจากนี้พบว่านักเรียนไม่สามารถเพิ่มคำมโนทัศน์จากความคิดของตนเองเข้าไปในแผนผังได้เลย แต่เมื่อพิจารณาในแผนผังมโนทัศน์ชุดหลังๆ พบว่านักเรียนบางคนสามารถเพิ่มคำมโนทัศน์จากความคิดของตนเองได้และมีความเข้าใจในการสร้างแผนผังดีขึ้น ซึ่งปัญหาที่พบในขั้นตอนการทำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างคือ นักเรียนยังไม่เข้าใจวิธีการสร้างที่ชัดเจน ไม่สามารถใส่คำเชื่อมระหว่างคำมโนทัศน์และไม่สามารถจัดกลุ่มคำมโนทัศน์ได้ จากการสัมภาษณ์สามารถแยกความคิดเห็นในด้านความยากง่ายในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ออกเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถทำได้ดี กลุ่มที่มีความสามารถในระดับปานกลาง และกลุ่มที่ทำแผนผังมโนทัศน์ไม่ค่อยได้ ได้ให้ความเห็นที่แตกต่างกันออกไป โดยนักเรียนกลุ่มที่ทำได้ส่วนใหญ่เห็นว่าเป็นเรื่องไม่ยาก ถ้าหากเราสามารถจัดกลุ่มคำมโนทัศน์ในขั้นต้นได้ และนอกจากนี้นักเรียนในกลุ่มที่ทำได้บางคนได้เสนอแนะวิธีการจัดแผนผังมโนทัศน์ให้กับเพื่อนๆ คนอื่นด้วย

“...สนุกดีครับ แต่ผมชอบทำแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำมากกว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้าง เพราะว่ามันง่ายดี แบบสร้างมันยากครับ” (ภัทรพงศ์)

“...ก็ไม่ถึงกับยากค่ะ ก็จัดคำให้ได้เป็นกลุ่มก่อนแล้วค่อยลากเส้นเชื่อมโยง หนูว่าไม่ค่อยยากจะมียากก็บางเรื่องที่ทำไม่ได้ เช่น เรื่องหินเพราะไม่รู้ลักษณะของหินเลย..”
(วารรัตน์)

“ ในตอนแรกมันไม่ยากหรอกครับ เราต้องหาคำหลักให้ได้แล้วจัดคำเป็นกลุ่มไว้แล้วก็นำมาวาดแผนผังแล้วค่อยลากเส้นเชื่อม แต่จะยากสักหน่อยตอนที่เขียนคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ ผมก็ทำไม่ค่อยได้” (ธีระพงษ์)

“.....ดีครับ เพราะได้สร้างแผนผังทำให้มีความรู้ ทำให้เราได้รู้จักเชื่อมต่อคำให้เป็นแผนผัง....แต่แผนผังแบบเติมคำง่าย...” (สิทธิชัย)

ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ไม่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ส่วนใหญ่จะเกิดอาการเบื่อหน่ายไม่ยอมทำ ซึ่งมีความคิดเห็นแตกต่างกันออกไปว่า

“ยากค่ะ เพราะไม่รู้ว่าจะเติมคำเชื่อมอะไร ส่วนใหญ่ที่ทำไม่ได้เพราะไม่รู้ว่าจะเติมคำเชื่อมอะไรดี” (วิภารัตน์)

“...ดีครับ ได้ความรู้ แต่มันยาก เพราะผมไม่รู้ว่าจะเติมคำเชื่อมอะไร ถ้าจะให้ดีควรเติมคำเชื่อมไว้ให้เนะครับ ผมจะทำได้” (พีระพงศ์)

“..ยากมากเลยคะ ทำให้ถูก ถ้าคุณครูให้พวกหนูทำแผนผังมโนทัศน์แบบเดิมค่าก่อนหนูจึงจะทำได้..” (สุนิสา)

ส่วนครูผู้สอนมีความเห็นเกี่ยวกับการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนว่าควรนำมโนทัศน์ที่ง่ายไม่ซับซ้อนมาใช้ในการประเมินนักเรียน

“...แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างถ้าจะยากก็คงเป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนอ่อน จะไม่สามารถทำได้ เพราะต้องอาศัยการอ่านและเขียนเป็นสิ่งสำคัญด้วย ดังนั้นที่พบส่วนใหญ่คนที่ทำไม่ได้ก็เป็นกลุ่มเดิม ซึ่งเขาทำไม่ได้ทุกเรื่องอยู่แล้ว และเนื้อหาบางเรื่องซับซ้อนจนเกินไป ยิ่งเรานำร่องหลักสูตรด้วยจะเห็นว่าเขาเอาเนื้อหาที่เรียนในชั้น ป.5 ป.6 มาไว้ในป.4 ด้วยเราก็ต้องแบ่งเนื้อหาให้ดี ไม่เช่นนั้นก็จะยากเกินไปสำหรับเด็ก ป. 4 และถ้าหากแผนผังมีหลายมโนทัศน์ เชื่อมโยงข้ามสายกันนักเรียนก็ไม่สามารถทำได้ สังเกตดูเด็กเขาทำได้ดีในกรณีที่มีมโนทัศน์เพียงชั้น ซึ่งถ้าหลายชั้นก็ว่าเหมาะกับเด็กโตนะ พวกมัธยมน่าจะทำได้ดี.....แต่ที่คิดว่ามันขึ้นอยู่กับครูว่าเราจะป้อนความรู้อะไรให้กับเด็ก จากที่เด็กทำแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบที่ว่าอยู่ในวิสัยที่ ความสามารถของเด็กที่จะทำได้พอประมาณ ทั้งนี้อยู่ที่เราด้วยว่าจะฝึกให้เขาได้เข้าใจ วิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์มาน้อยแค่ไหน และสอนเนื้อหาได้ครอบคลุมหรือไม่...”(ครู)

นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าแผนผังมโนทัศน์ที่ยากที่สุดและทำไม่ได้ คือเรื่องลักษณะและประโยชน์ของหิน เพราะเนื้อหาหนักและจำคำมโนทัศน์ไม่ได้ ส่วนเรื่อง ดิน และดาวเคราะห์ เป็นเรื่องที่ชอบทำและคิดว่าง่ายที่สุด นอกจากนี้ครูยังเสนอแนะว่าในการทำแผนผังมโนทัศน์นั้นจะวัดความคิดรวบยอดได้หรือไม่ นั้น เด็กจะต้องรู้วิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดีและมีความรู้ในเรื่องที่เราต้องการวัดด้วย

3.4 ด้านความพึงพอใจในการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ จากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนมีความคิดเห็นแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือนักเรียนที่รู้สึกสนุกและพึงพอใจในการทำแผนผังมโนทัศน์ และนักเรียนที่รู้สึกเบื่อและไม่ชอบที่จะนำวิธีนี้มาใช้ สำหรับนักเรียนที่รู้สึกชอบสร้างแผนผังมโนทัศน์เพราะเห็นว่าเป็นเทคนิคที่แปลกใหม่ที่ครูยังไม่เคยนำมาใช้สอนหรือประเมินในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนพวกเขาได้ฝึกคิดและสร้างแผนผังด้วยตนเองทำให้จำเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น จากการสังเกตพฤติกรรมในการเรียนในบางครั้ง เช่น การเรียนเรื่องประเภทของหิน นักเรียนกลุ่มนี้ให้ความสนใจและพยายามหาตัวอย่างหินที่เป็นของจริง มาถามครูหรือผู้วิจัยนอกเวลาเรียนเพื่อที่จะทราบว่าเป็นหินประเภทใด และมีชื่ออะไร ในการสอนบางเนื้อหาครูได้ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ลงในกระดาษ แล้วผลงานไปติดที่ป้ายนิเทศ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนมากขึ้น

“.....การสร้างแผนผังทำให้ได้ความรู้ ได้สร้างแผนผังมโนทัศน์เป็น
หนูรู้สึกสนุกที่ได้สร้างแผนผังเพราะเป็นเรื่องใหม่” (สุดฤทัย)

“.....ทำให้ได้ใช้ความคิดค่ะ สามารถจำคำได้ดีกว่าการทำแบบทดสอบอื่น ๆ
เพราะได้ใช้ความรู้มาก” (พิมลพรรณ)

“.....การที่ครูให้พวกหนูทำแบบประเมินนี้ ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับเรื่อง
ที่ทำให้ชัดเจนขึ้น มีความรู้มากขึ้น ข้อดีคือทำให้จำได้ดี และได้สร้างแผนผังมโนทัศน์
ส่วนข้อเสียคือ บางเรื่องยาก” (สายฝน)

“.....ดีครับ ทำให้เราได้ความรู้เพิ่มขึ้น ได้รู้จักคิดคำมาสร้างแผนผัง
เมื่อก่อนเราไม่เคยทำแบบนี้เลย” (นัฐพล)

“.....ดีครับ เพราะทำให้เราได้ฝึกคิด ได้ดูก่อนคิดแล้วทำ ทำให้เรา
จดจำคำได้ดี ไม่ลืมและใช้ความคิดมากๆ ในการตอบ” (สิทธิชัย)

ส่วนนักเรียนที่ไม่ชอบและรู้สึกเบื่อในการทำแผนผังมโนทัศน์ หลายคนบ่นว่ายากและทำไม่ได้ และ
นักเรียนกลุ่มนี้เห็นว่าควรเลือกใช้แบบทดสอบแบบเดิมดีกว่าแผนผังมโนทัศน์ ส่วนครูผู้สอนได้แสดงความคิด
เห็นว่า การนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้สอนและประเมินนั้นทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสุขในการเรียนมากขึ้น
บางครั้งพบว่านักเรียนบางคนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีกว่าที่ครูคิดไว้ ทำให้รู้สึกภาคภูมิใจและดีใจที่
นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

“... ในตอนแรกพี่ก็คิดนะว่า เด็กของเราจะทำได้หรือเปล่า ก็กลุ่มใจเหมือนกัน
แต่เมื่อเราได้สอนแล้วเขาสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้โดยที่เขาทำได้ถึงแม้ว่าเป็นบางคน
ก็ตามแต่ก็รู้สึกดีนะเพราะเขาทำได้มากกว่าที่เราตั้งความหวัง ก็รู้สึกดีใจและภูมิใจ ที่เห็น
นักเรียนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ทำให้มีความสุขในการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น”

(ครูผู้สอน)

ส่วนในด้านบรรยากาศของการประเมิน ผู้วิจัยและครูได้พยายามจัดบรรยากาศให้เหมือนการเรียน
การสอนโดยปกติทั่วไป โดยไม่ให้ผู้เรียนคิดว่าเป็นการทดสอบหรือประเมิน โดยทำการประเมินหลังจากสิ้นสุด
การเรียนการสอนในเนื้อหาแต่ละเรื่อง ทำให้นักเรียนไม่รู้สึกเครียดในการทำแผนผังมโนทัศน์

3.5 ด้านความเป็นไปได้ของการใช้นาแผนผังมโนทัศน์มาใช้ ครูผู้สอนเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่นาแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความรอบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาได้ย่อยเป็นระบบตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา การลากเส้นเชื่อมโยงที่ผิดพลาดระหว่างมโนทัศน์ทำให้ครูได้ทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนได้ นอกจากนี้ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่าเป็นแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำเป็นรูปแบบการประเมินที่คล้ายกับแบบสอบความเรียง เพราะทำให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ความคิดได้ฝึกเขียน ดังนั้นถ้าจะประเมินลักษณะนี้จะทำให้ครูได้ประเมินทักษะการเขียนของนักเรียนไปด้วย แต่ในเนื้อหาบางเรื่องที่มีมโนทัศน์ซับซ้อนอาจจะยากเกินไปสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพราะการสร้างแผนผังมโนทัศน์ต้องมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นหากต้องการนาแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างมาใช้ครูผู้สอนจะต้องเป็นคนเก่งและมีความขยันมาก เพราะต้องใช้เวลาในการสร้างแผนผังมโนทัศน์และใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนและวินิจฉัยนักเรียน แต่ก็ย่อยเป็นสิ่งที่ดีเป็นทางเลือกใหม่ของการประเมินที่สอดคล้องกับแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และแนวทางปฏิรูปการศึกษา

สำหรับแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ครูผู้สอนได้ให้ความคิดเห็นว่าเป็นลักษณะการกีดกันความคิดของนักเรียนมากเกินไป ซึ่งคล้ายๆ กับข้อสอบแบบเติมคำหรือเลือกตอบแต่แตกต่างกันตรงที่แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังนักเรียนจะต้องพิจารณาโครงสร้างของแผนผังและคำมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงมาก่อน จึงจะเลือกคำตอบเติมในช่องว่างให้ถูกต้อง ดังนั้นหากจะนำลักษณะของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังมาใช้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการตอบให้มากกว่านี้ จะทำให้สามารถสะท้อนความคิดของนักเรียนได้ แต่อย่างไรก็ตามแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังก็สามารถนำมาใช้ในเป็นทางเลือกในการประเมินนักเรียนโดยเฉพาะการประเมินเพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน

สำหรับนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของการนาแผนผังมโนทัศน์มาใช้ว่า การนาแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นสิ่งที่ดี เพราะสามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนผังได้ ทำให้จำคำหรือบทเรียนได้มากขึ้นและเห็นด้วยถ้าหากจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ถึงอย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนอีกหลายคนที่ย่อยมองว่าแผนผังมโนทัศน์แบบประเมินยากเกินไปสำหรับระดับความสามารถของเขาจะทำได้