



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยศึกษาคุณภาพด้านความเที่ยงและความตรง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแผนผังมโนทัศน์ รวมทั้งศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดลานาว จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 38 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนเครือข่ายการใช้หลักสูตรภาคศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินความคิดรวบยอดโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ 2 รูปแบบ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) จำนวน 10 แผนผัง และแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) จำนวน 10 แผนผัง โดยมีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 2 สาระคือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งเกณฑ์การตรวจให้คะแนนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อดูคำสั่ง ภาษา และข้อบกพร่อง จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างความเข้าใจและให้ความรู้แก่ครูและนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยครูผู้สอนนำเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อครูสอนเนื้อหาที่มุ่งวัดจบผู้วิจัยนำแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนโดยแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบถูก-ผิด ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำตรวจให้คะแนนโดยผู้ประเมิน 2 คน โดยใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์ ในด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง การศึกษาเพื่อการตัดสินใจสรุปอ้างอิงในการเลือกจำนวนแผนผังมโนทัศน์และผู้ประเมิน ตรวจสอบความตรงตามสภาพ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียน วิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินในชั้นเรียนจากความคิดเห็นของครูและนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยไว้เป็น 3 ตอน ได้แก่ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์ และตอนที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินในชั้นเรียน

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์

แบบประเมินความคิดรวบยอดที่สร้างขึ้นได้พัฒนาแนวคิดมาจากงานวิจัยของ รูซ-พริโม และคณะ (Ruiz-Primo et al, 2001) เป็นแผนผังมโนทัศน์ 2 รูปแบบ คือ

แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) เป็นแผนผังที่กำหนดแผนผังโครงสร้างและคำมโนทัศน์มาให้ แล้วให้นักเรียนเลือกคำมโนทัศน์เหล่านั้นเติมลงในช่องว่างของแผนผังโครงสร้างให้ถูกต้อง โดยการตรวจให้คะแนนเป็นแบบ ถูก-ผิด ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) เป็นแผนผังที่กำหนดคำมโนทัศน์ทั้งหมดมาให้ แล้วให้นักเรียนนำคำมโนทัศน์เหล่านั้นมาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์ตามขั้นตอนที่สร้างแผนผัง การให้คะแนนจะพิจารณาจากคุณภาพของการเชื่อมคำมโนทัศน์ ในด้านความถูกต้องและความเข้าใจในการสร้าง โดยพิจารณาการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท คือ 1) proposition accuracy score คือคะแนนรวมของการเชื่อมคำมโนทัศน์ได้ถูกต้องในแผนผังของนักเรียน 2) convergence score คือสัดส่วนของการเชื่อมคำมโนทัศน์ได้ถูกต้องในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ และ 3) salience score คือสัดส่วนของการเชื่อมคำมโนทัศน์ได้ถูกต้องในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนกับจำนวนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน

แผนผังมโนทัศน์ทั้ง 2 แบบ ครอบคลุมเนื้อหาวิทยาศาสตร์สองสาระ คือสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังจำนวน 6 แผนผัง แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำจำนวน 6 แผนผัง ส่วนสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังจำนวน 4 แผนผัง แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำจำนวน 4 แผนผัง

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่าแผนผังมโนทัศน์ในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .46 ส่วนสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .76

แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ผู้วิจัยได้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนน แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท โดยผู้ประเมิน 2 คน พบว่าการตรวจให้คะแนนแต่ละประเภทจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาแหล่งความแปรปรวน พบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ มีแหล่งความแปรปรวนที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ชัดเจนที่สุดเป็นแหล่งเดียวกัน นั่นคือความแปรปรวนของนักเรียน รองลงมาคือความแปรปรวนระหว่างปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนและผู้ประเมิน และความแปรปรวนของผู้ประเมิน นอกจากนี้ในสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่าความแปรปรวนของแผนผังมโนทัศน์มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงด้วย จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) โดยกำหนดผู้ประเมิน 1-3 คน และแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง

พบว่าแผนผังมโนทัศน์ในสาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท ในทุกช่วงของการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ การตรวจให้คะแนนแบบ convergence ซึ่งเป็นสัดส่วนของคะแนนที่ถูกต้องในการเชื่อมคำมโนทัศน์ของนักเรียนกับคะแนนเต็มทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุดเมื่อเทียบกับคะแนนประเภทอื่น ส่วนแผนผังมโนทัศน์ในสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท พบว่าคะแนนแต่ละประเภทให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่างกันเล็กน้อย ซึ่งพบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy หรือผลรวมของคะแนนความถูกต้องในการเชื่อมคำมโนทัศน์ของนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำสุดเมื่อเทียบกับการตรวจให้คะแนนแบบอื่น โดยการตรวจให้คะแนนแบบ convergence ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุด

ด้านความตรงของแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบที่พัฒนาขึ้น ใช้การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงตามสภาพ โดยความตรงตามเนื้อหาจะพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งพบว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าเนื้อหาที่มุ่งวัดสอดคล้องกับคำมโนทัศน์ที่ต้องการวัดในแผนผังเกณฑ์และแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 สำหรับความตรงตามสภาพพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์และผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน พบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังมีค่าความสอดคล้องต่ำกว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ ซึ่งแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ มีสัดส่วนความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .40 – .68 และ .72 - .92 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมิน

ความเหมาะสมของเวลาที่ต้องการใช้ และความคิดเห็นของนักเรียนและครูที่มีต่อการใช้แผนผังมโนทัศน์ สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

ด้านเวลา การนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้จะต้องคำนึงถึงเวลาที่ใช้ 3 ด้าน คือ 1) เวลาที่ใช้ในการอบรมให้ความรู้หรือฝึกให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ การนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินมีความจำเป็นที่จะต้องสอนหรือฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์ เพื่อที่นักเรียนเกิดความคุ้นเคยและชำนาญ โดยจัดกิจกรรมในรูปแบบการอบรมให้ความรู้และครูผู้สอนนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน 2) เวลาที่ใช้ในการประเมิน นักเรียนใช้เวลาในการทำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างในแต่ละชุดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับจำนวนคำมโนทัศน์ในแผนผัง จากการประเมินพบว่านักเรียนใช้เวลาในการทำแผนผังมโนทัศน์แต่ละชุด เฉลี่ยระหว่าง 22.16–64.84 นาที/ชุด และเวลาในการทำเฉลี่ยรวมทุกแผนผังประมาณ 44.9 นาที/ชุด 3) เวลาที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คน พบว่าผู้ประเมินใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน เวลาเฉลี่ยระหว่าง 1.38 – 2.89 นาที/ชุด

ด้านการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ พบว่าการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์ 2 ด้านคือ ด้านการเรียนการสอน ทำให้ครูได้นำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการสอนทำให้มีนวัตกรรมทางเลือกใหม่ที่จะนำมาใช้สอนและทำให้มีรูปแบบในการเสนอผลงานของนักเรียนชัดเจนขึ้น ในด้านการ

ประเมินครูสามารถนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมินความคิดของนักเรียน ทำให้ครูทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านการเขียนมากขึ้น โดยสามารถใช้ควบคู่กับการประเมินประเภทอื่น ๆ

ด้านความยากง่ายในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ปัญหาที่พบในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนบางคนเห็นว่ายาก คือการจัดกลุ่มคำมโนทัศน์และการเขียนคำเชื่อมระหว่างคำมโนทัศน์ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือกลุ่มที่เห็นว่าเป็นเรื่องง่าย ซึ่งเป็นนักเรียนที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีและมีความเข้าใจในการสร้างแผนผัง และกลุ่มที่เห็นว่าการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นเรื่องยาก ส่วนครูผู้สอนเห็นว่าการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาควรใช้คำมโนทัศน์ที่สั้นๆ ไม่ซับซ้อนเพื่อให้เหมาะสมกับความรู้และวัยของนักเรียน

ด้านความพึงพอใจในการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและพึงพอใจในการใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยเฉพาะนักเรียนที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดี แต่นักเรียนที่ไม่สามารถสร้างแผนผังได้จะรู้สึกเบื่อและไม่ตั้งใจในการทำแบบประเมิน ส่วนครูผู้สอนมีความชื่นชอบและพึงพอใจที่นำแผนผังมาใช้ในการสอนเพราะทำให้นักเรียนจำเนื้อหาบทเรียนได้ดีและนำเสนอผลงานที่มีรูปแบบมากขึ้น นอกจากนี้การประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ทำให้ครูได้ทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ด้านความเป็นไปได้ของการทำแผนผัง ครูและนักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าการนำแผนผังมาใช้เป็นเครื่องมือประเมินสามารถทำได้ เพราะเป็นการประเมินทางเลือกใหม่ที่จะใช้ประเมินความรู้และความคิดของนักเรียน โดยนำมาใช้ในการประเมินผลระหว่างเรียนมีความเหมาะสมอย่างยิ่งเพราะครูจะได้ทราบผลการเรียนนักเรียนแต่ละคนทันทีเพื่อจะได้ปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถอภิปรายได้ใน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรกการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ประเด็นที่สองคุณภาพของแผนผังมโนทัศน์ และประเด็นที่สามความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมิน

ประเด็นที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์ที่พัฒนาขึ้นนำมาใช้ในการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังและแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ แผนผังมโนทัศน์ดังกล่าวมีลักษณะและรูปแบบที่แตกต่าง โดยแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังเป็นแผนผังที่มีลักษณะเหมือนโครงสร้างความรู้หรือความคิดรวบยอดในเรื่องหนึ่งๆ การให้นักเรียนเลือกคำมโนทัศน์มาเติมในช่องว่างทำให้ทราบถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และการมีความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่มุ่งวัดได้ในระดับหนึ่ง แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังได้มีผู้พัฒนามา (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996 and Ruiz-primo et al, 2001) พบว่าเป็นแผนผังที่ช่วยทำให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้อย่างมีลำดับขั้นตอน และแสดงถึงความเข้าใจ

ในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งการเลือกคำมโนทัศน์มาเติมในช่องว่างทำให้รู้ถึงการมีมโนทัศน์ของนักเรียนที่มีต่อเรื่องนั้นๆ ได้อย่างมีระบบ แต่ในวิธีการสร้างได้กำหนดทิศทางและรายละเอียดค่อนข้างมาก เช่น กำหนดโครงสร้างของแผนผังและคำมโนทัศน์มาให้ โดยมีรูปแบบการตอบที่ตรงไปตรงทำให้ง่ายต่อการตอบและการตรวจให้คะแนน ทำให้นักเรียนสามารถเดาคำตอบได้ ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่มีวิธีการสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยนักเรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจถึงวิธีการสร้างแผนผังเป็นอย่างดี ได้มีผู้พัฒนาแผนผังมโนทัศน์ลักษณะนี้มาใช้ทั้งในด้านการเรียนการสอนและการประเมิน (Rice et al, 1998; Williams, 1998; McClure et al, 1999; Ruiz-Primo et al, 2001; Rye & Rubba, 2002) ซึ่งพบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำช่วยในการประเมินความรู้ ความเข้าใจ และการเชื่อมโยงความคิดของนักเรียนได้ดีเพราะเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สร้างแผนผังตามความคิดของตัวเอง ให้อิสระแก่นักเรียน ได้สร้างสรรค์ความคิดอย่างเต็มที่ ซึ่งก่อนที่จะประเมินหรือให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำได้นั้นจำเป็นจะต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างเป็นอย่างดี เพราะทักษะและความชำนาญในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนจะช่วยเพิ่มความเที่ยงและความตรงของแผนผังมโนทัศน์ และนอกจากนี้ทำให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดกระบวนการคิดออกมาได้อย่างถูกต้องเป็นขั้นตอน

การนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในแต่ละเรื่องโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังก่อนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ เพื่อป้องกันการจำคำและรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังมาใช้ในการสร้างแผนผัง จากการศึกษาและพัฒนาารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบ พบว่าแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองลักษณะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังสามารถนำไปใช้ได้ดีกับนักเรียนกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มปานกลาง เพราะช่วยลดปัญหาในการเขียน นอกจากนี้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังยังมีความสะดวกและประหยัดเวลาในการนำไปประเมิน ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ สามารถวัดมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดของนักเรียนได้ตรงตามสภาพของนักเรียนได้ดีกว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง แต่ในการนำไปใช้เพื่อประเมินจำเป็นต้องฝึกฝนและอบรมให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดี เพื่อที่นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งต้องใช้เวลาในการให้ความรู้และประเมินค่อนข้างนาน และแผนผังมโนทัศน์ลักษณะนี้เหมาะที่จะนำไปใช้ประเมินความคิดรวบยอดนักเรียนกลุ่มเก่งได้ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ

ประเด็นที่ 2 คุณภาพของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง (fill-in-the-map) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแผนผังแบบเติมคำลงในผังแต่ละชุด พบว่าแผนผังมโนทัศน์สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าความเที่ยงค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการทำแผนผังมโนทัศน์ในชุดแรกๆ นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับลักษณะของแบบประเมิน จึงทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการทำ และรูปแบบการตอบในแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังเป็นลักษณะที่ทำให้นักเรียนสามารถเดาคำตอบได้เพราะมีการกำหนดตัวเลือกที่จะให้นำมาเติมลงในช่องว่าง นอกจากนี้มีข้อสังเกตจากการทำแผนผังมโนทัศน์แต่ละเรื่องนั้นใช้เวลานานละช่วงกัน บางครั้งจะดำเนินการประเมินนักเรียนใน

ช่วงเช้า แต่บางครั้งก็ประเมินในช่วงบ่าย ดังนั้นบรรยากาศ ความตั้งใจและสมาธิในการทำแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนก็จะส่งผลต่อความเที่ยงของแบบประเมินได้เช่นกัน

คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ (construct-a-map) ผู้วิจัยได้ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ โดยศึกษาองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ นักเรียน (P) แผนผังมโนทัศน์ (I) และผู้ประเมิน (R) ออกแบบการวัดแบบ PXIXR ผู้ประเมิน 2 คน ตรวจสอบให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนทุกคน เมื่อพิจารณาแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองสาระ คือ สาระที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 2 ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำในทั้งสองสาระมีทิศทางของคะแนนไปในแนวทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างเชิงสัมพันธ์และเชิงสัมบูรณ์ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 ประเภทพบว่าแหล่งความแปรปรวนที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างที่ชัดเจนที่สุดเป็นแหล่งเดียวกัน นั่นคือความแปรปรวนของนักเรียน ซึ่งแสดงว่าความสามารถ ความรู้และความเข้าใจในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McClure et al (1999) ที่พบว่าประสิทธิภาพหรือศักยภาพในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคนมีผลต่อค่าความเที่ยงที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง เพราะการที่นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รูซ-พริโม และคณะ (Ruiz-Primo et al, 2001) ที่พบว่าแหล่งความแปรปรวนหลักที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแผนผังมโนทัศน์ ก็คือความสามารถในการสร้างแผนผังของนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าผู้ประเมินก็เป็นแหล่งความแปรปรวนที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนแผนผังมโนทัศน์เช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความชัดเจนของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน และวิธีการตรวจทำหลายขั้นตอนทำให้ผู้ประเมินตัดสินต่างกัน และมีข้อสังเกตอีกประการหนึ่งที่พบว่าน่าจะส่งผลการตรวจให้คะแนนนั้นก็คือลายมือและการลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ที่ไม่ชัดเจนของนักเรียน

เมื่อพิจารณาจากการตรวจให้คะแนน 3 ประเภท คือ การตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy ซึ่งเป็นคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดของนักเรียน การตรวจให้คะแนนแบบ convergence เป็นสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดของนักเรียนกับคะแนนเต็มทั้งหมดในแผนผังเกณฑ์ และการตรวจให้คะแนนแบบ salience ซึ่งเป็นสัดส่วนของคะแนนความถูกต้องของการเชื่อมคำมโนทัศน์กับจำนวนการเชื่อมคำมโนทัศน์ทั้งหมดในแผนผังของนักเรียน พบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ proposition accuracy และคะแนนแบบ convergence เป็นการบ่งบอกถึงระดับความสามารถในการคิดของนักเรียนเพียงบางส่วนเมื่อเทียบกับคะแนนเต็มหรือระดับความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้น สำหรับการให้คะแนนแบบ salience เป็นการบ่งบอกถึงระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์หรือระดับความสามารถในการคิดที่สูงที่สุดของนักเรียนแต่ละคนเพราะเทียบกับความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของเขาเอง (Ruiz-Primo et al, 2001)

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เลือกจำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผัง โดยกำหนดจำนวนผู้ประเมิน 1-3 คน และจำนวนแผนผังมโนทัศน์ 2-10 แผนผัง เมื่อตรวจให้คะแนน 3 ประเภท เมื่อกำหนดให้ผู้ประเมิน 1 คน ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทั่วไป เมื่อกำหนดผู้ประเมิน 2 คน ซึ่งในกรณีที่ต้องการเพิ่มความมั่นใจและความถูกต้องในการวัดและกำหนดผู้ประเมิน 3 คน เมื่อใช้ในกรณีที่ต้องการตัดสินใจที่สำคัญ ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนผู้ประเมินและจำนวนแผนผังมโนทัศน์เพิ่มขึ้น ซึ่งการให้คะแนนแต่ละประเภทมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ convergence และการตรวจให้คะแนนแบบ salience มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามในทุกช่วงของการตัดสินใจเชิงสรุปอ้างอิงนั้นพบว่าการตรวจให้คะแนนแบบ convergence มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงที่สุด เมื่อเทียบกับการตรวจให้คะแนนแบบอื่น แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดรวบยอดของนักเรียนที่มีในเรื่องนั้นๆ เมื่อเทียบกับความคิดรวบยอดที่ต้องการวัดทั้งหมดในแต่ละเรื่อง สามารถบอกถึงระดับความคิดรวบยอดและความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีที่สุด

การตรวจสอบความตรงตามสภาพของแผนผังมโนทัศน์

ความตรงของแผนผังมโนทัศน์ทั้งสองแบบที่พัฒนาขึ้น ใช้การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงตามสภาพ โดยความตรงตามเนื้อหาพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีความเห็นสอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับคำมโนทัศน์ที่ต้องการวัดในแผนผังเกณฑ์และแผนผังมโนทัศน์ สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา มีค่าตั้งแต่ 0.60 – 1.00 สำหรับความตรงตามสภาพพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลที่ได้จากการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์และผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูผู้สอน พบว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังของทั้งสองสาระ คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและดาราศาสตร์และอวกาศ มีสัดส่วนของความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .40 – .68 ซึ่งมีสัดส่วนความสอดคล้องในระดับปานกลาง ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างมีสัดส่วนความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .72 - .92 ซึ่งระดับความสอดคล้องค่อนข้างสูงกว่าคะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง แสดงให้เห็นว่าการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำสามารถวัดความสามารถในการคิดของนักเรียนได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ดีกว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทำแผนผังแบบเติมคำนักเรียนอาจจะเดาคำตอบมากกว่าการมีมโนทัศน์จริงๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย McClure et al (1999) ได้ตรวจสอบความตรงตามสภาพของแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นกับแผนผังเกณฑ์ที่สร้างโดยครูผู้สอน โดยพิจารณาในด้านความเหมือนและต่างกันของคำมโนทัศน์และคำเชื่อม ซึ่งพบว่าแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นสอดคล้องกับแผนผังเกณฑ์ของครู

จากผลการวิจัยเมื่อพิจารณานักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยไม่สอดคล้อง พบว่านักเรียนบางคนเมื่อพิจารณาผลจากแผนผังมโนทัศน์พบว่ามโนทัศน์ แต่เมื่อครูเรียกไปสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยกลับพบว่าตอบไม่ได้หรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนเกิดความประหม่า ตื่นเต้น และไม่กล้าพูดเมื่ออยู่

ต่อครูทำให้ไม่สามารถตอบคำถามได้ ซึ่งมีผลตรงกันข้ามกับนักเรียนบางคนที่ได้ผลจากคะแนนแผนผังมโนทัศน์ พบว่าไม่มีมโนทัศน์ แต่เมื่อครูเรียกไปสัมภาษณ์สามารถตอบได้ ซึ่งลักษณะเหล่านี้มักเกิดขึ้นกับกลุ่มเด็กนักเรียนที่เก่ง กล้าแสดงออกกล้าพูด แต่ที่อาจมีสาเหตุมาจากช่วงเวลาที่ทำการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ นักเรียนไม่ความตั้งใจทำ และไม่มีสมาธิในการทำ ในการสุ่มนักเรียนเพื่อเข้าการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีทั้งนักเรียนที่มาจากกลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดี ได้ปานกลาง และได้น้อย ซึ่งพบว่าจากการสัมภาษณ์ได้ผลสอดคล้องกับผลที่ได้จากแผนผังมโนทัศน์ โดยกลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังได้ดีเมื่อครูสัมภาษณ์ก็สามารถตอบได้ ส่วนคนที่ทำแผนผังมโนทัศน์ไม่ได้ส่วนใหญ่ก็ตอบไม่ได้ เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมาพบว่า กลุ่มที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีก็เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ส่วนคนที่สร้างแผนผังมโนทัศน์ไม่ค่อยได้ก็อยู่ในกลุ่มที่เรียนอ่อน แสดงให้เห็นว่าการมีความรู้ ความเข้าใจหรือประสบการณ์จากการเรียนรู้ของนักเรียนส่งผลต่อการมีมโนทัศน์ของนักเรียนด้วย ซึ่งถ้าหากเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรือที่นักเรียนคุ้นเคยนักเรียนอาจจะมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดต่อสิ่งนั้นได้ดีกว่า จากการประเมินมโนทัศน์เรื่องการเกิดข้างขึ้นข้างแรม หรือการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ส่วนแผนผังมโนทัศน์เรื่องดิน ซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเป็นเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยพวกเขาสามารถถ่ายทอดความคิดหรือมโนทัศน์ออกได้ถูกต้อง รัตนะ บัวสนธ์ (2532) ได้กล่าวว่าความคิดรวบยอดของนักเรียนเกิดได้จากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่พบเห็น โดยมโนทัศน์เรื่องที่ยากและใกล้ตัวของเด็กจะทำให้เขาเกิดความคิดรวบยอดได้ดีกว่าเรื่องที่ยาก จากผลการพิจารณาความสอดคล้อง พบว่าผลที่ได้จากแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำมีความสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมากกว่าแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง

ประเด็นที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมิน

การนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเวลาที่ต้องใช้ 3 ด้าน คือเวลาที่ใช้ในการให้ความรู้และฝึกสร้างแผนผัง เวลาที่ใช้ในการประเมินและเวลาที่ใช้ในการตรวจให้คะแนน พบว่าเวลาที่ใช้ในการให้ความรู้ โดยครูนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและฝึกการสร้างแผนผัง โดยให้นักเรียนรู้จักการจัดกลุ่มคำมโนทัศน์ การเชื่อมคำและการลากเส้นเชื่อมระหว่างคำ พบว่าการให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างแผนผังที่ดีขึ้น แต่ในช่วงแรกๆ ที่ยังไม่คุ้นเคยนักเรียนจะรู้สึกอึดอัดและสร้างไม่ได้ แต่เมื่อได้รับการฝึกฝนหลายๆ ครั้งทำให้มีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไป นักเรียนเริ่มเข้าใจและจัดแผนผังมโนทัศน์และสร้างความมั่นใจในการสร้างมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการสอนของ Baroody and Bartels (2000) ที่พบว่าการให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์เองในช่วงแรกๆ นั้นอาจเป็นการยากเกินไปสำหรับนักเรียนควรมีการฝึกจากแผนผังที่ง่ายๆ ก่อน แล้วค่อยไปสู่แผนผังที่นักเรียนสร้างเองและให้นักเรียนฝึกสร้างบ่อยๆ จะทำให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น ทำนองเดียวกันโนแวก (Novak, 2001) กล่าวว่า การสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ดีนั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิคแผนผังมโนทัศน์เป็นอย่างดี โดยอาจจะนำมาใช้สอนในเนื้อหาบทเรียน โดยครูจะต้องเริ่มสอนจากมโนทัศน์ที่นักเรียนคุ้นเคยหรือมโนทัศน์ง่ายๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนได้รวดเร็วขึ้น และ

ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ McClure et al (1999) ที่พบว่าทักษะและความชำนาญในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนจะส่งผลต่อคุณภาพของแผนผัง ทั้งในด้านความเที่ยงและความตรง โดยครูได้นำเทคนิคแผนผังมาใช้สอนและฝึกให้นักเรียนสร้างแผนผัง โดยใช้เวลาในการสอนแผนผังประมาณ 90 นาทีต่อครั้ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รูซ-พริโม และคณะ (Ruiz-Primo et al, 2001) ที่ได้ฝึกให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้สร้างแผนผังมโนทัศน์ก่อนที่จะนำไปใช้ในการประเมินโดยฝึกทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล ซึ่งพบว่าผลการฝึกสร้างแผนผังทำให้นักเรียนสามารถระบุคำเชื่อมและเส้นเชื่อมได้ดีและมีความประสบความสำเร็จในการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ในครั้งนี้

ด้านเวลาที่ใช้ในการประเมิน พบว่านักเรียนใช้เวลาเฉลี่ยของแต่ละชุดอยู่ระหว่าง 22.16-64.84 นาที/ชุด ซึ่งเมื่อพิจารณาของเวลาที่ใช้ทำแต่ละชุดพบว่ามีการใช้เวลาที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะจำนวนคำมโนทัศน์ของแผนผังแต่ละชุดไม่เท่ากัน โดยพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำประมาณ 44.9 นาที/ชุด ซึ่งอาจมีผลมาจากในช่วงระหว่างการประเมิน ผู้วิจัยได้ให้อิสระในการทำแผนผังของนักเรียนอย่างเต็มที่ทำให้นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจทำและครูจะต้องคอยกระตุ้นเตือนจึงจะสนใจทำมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McClure et al (1999) ที่พบว่าเวลาที่เหมาะสมในการให้นักเรียนสร้างแผนผังให้สมบูรณ์อยู่ประมาณ 29 นาที และพบว่าระหว่างการฝึกสร้างในแต่ละคาบจะใช้เวลาระหว่าง 40-50 นาทีในการสร้างแผนผัง ซึ่งพบว่ามีความคุ้มค่าในแง่ของเวลาที่ให้นำแผนผังมโนทัศน์มาใช้

ด้านการตรวจให้คะแนน พบว่าผู้ประเมินตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคนโดยมีเวลาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.38 – 2.89 นาที/คน ขึ้นอยู่กับจำนวนของคำมโนทัศน์ในแผนผังและความตั้งใจในการตรวจของผู้ประเมิน และนอกจากนี้ลายมือการวาดแผนผังของนักเรียนก็ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการประเมินด้วยเช่นกัน และพบว่าเกณฑ์การตรวจให้คะแนนนั้นไม่เป็นอุปสรรคในการตรวจ ทั้งนี้เพราะในการตรวจให้คะแนนได้กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนไว้ค่อนข้างชัดเจน พร้อมทั้งมีแผนผังเกณฑ์ซึ่งเป็นแผนผังเฉลยที่ผู้ประเมินสามารถดูประกอบในระหว่างการตรวจให้คะแนน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่ง่ายสำหรับการตรวจ แต่ความยุ่งยากของการให้คะแนนจะอยู่ที่ผู้ประเมินต้องมาคำนวณคะแนนแต่ละประเภท

ด้านการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ พบว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน โดยครูได้นำมาบูรณาการในการเรียนการสอนทำให้เป็นนวัตกรรมทางเลือกใหม่ที่ช่วยสร้างให้เด็กมีความรู้ได้รวดเร็วขึ้น ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างมีระบบมากขึ้น นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการประเมินทำให้ครูได้ทราบมโนทัศน์ของนักเรียนที่มุ่งวัด โนแวกและโกวิน (Novak & Gowin, 1984) ได้กล่าวว่าแผนผังมโนทัศน์ (concept mapping) จะแสดงความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดซึ่งอยู่ในมโนภาพหรืออยู่ในใจของนักเรียนออกมาได้ นอกจากนี้ Novak (1984, อ้างถึงใน สวนิต ยมาภัย, 2534) กล่าวว่าแผนผังมโนทัศน์อาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้เห็นการรับรู้ความคิดรวบยอดที่ผิดๆ ซึ่งการรับรู้ที่ผิดๆ นั้นจะเห็นได้จากการเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์ที่ผิดพลาดของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ (2545: 175) กล่าวว่าการจัดความคิดอย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมและจัดลำดับข้อเท็จจริงเข้าเป็นกรอบคิดทำให้เป็นความคิดรวบยอดที่ชัดเจนเกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้น

ด้านความยากง่ายในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ การทำแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำมีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ เพราะมีความคุ้มค่าในด้านเวลาที่ใช้และนักเรียนสามารถทำได้รวดเร็ว เพียงแต่รูปแบบการประเมินลักษณะอาจจำกัดความคิดของนักเรียน และมีความคลาดเคลื่อนในการวัดสูงเพราะนักเรียนอาจเดาคำตอบได้ ส่วนแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างพบว่าแผนผังจะสามารถสะท้อนความคิดของนักเรียนได้ดีนั้น นักเรียนต้องเข้าใจในมโนทัศน์ที่นำมาสร้างและทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นำมาเชื่อมโยงกัน ส่วนใหญ่เป็นที่พบจะเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งนภา ทศพานนท์ (2544) พบว่านักเรียนที่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจในการสร้างแผนผังมโนทัศน์และเห็นว่าการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นเรื่องที่ยากในการปฏิบัติ มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ที่มุ่งวัดและไม่เข้าใจในการสร้างและเชื่อมโยงมโนทัศน์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการสร้างแผนผังมโนทัศน์จะต้องใช้ทักษะด้านการอ่านและเขียนเป็นสำคัญซึ่งเป็นจุดด้อยของนักเรียนอ่อนทำให้สร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ไม่ดี จากการศึกษาเมื่อครูได้ให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ซ้ำๆ กันหลายครั้งทำให้นักเรียนหลายคนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีขึ้น

ด้านความพึงพอใจในการใช้แผนผังมโนทัศน์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ชื่นชอบและพอใจที่ครูนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นเรื่องใหม่ที่ครูไม่เคยนำมาใช้ในการสอนจึงเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และสนุก ไม่เบื่อ ส่วนในด้านการประเมินนักเรียนกลุ่มเก่งจะรู้สึกชอบ สนุก ในการทำแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งอาจเป็นเพราะลักษณะของนักเรียนที่เรียนเก่งมัก ชอบคิดชอบทำด้วยตนเอง และเมื่อเขาได้ทำแผนผังมโนทัศน์ซึ่งเป็นแบบประเมินที่เปิดโอกาสให้ใช้ความคิดในการสร้างสรรค์ ทำให้รู้สึกชอบเพราะได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มอ่อนหรือกลุ่มที่สร้างแผนผังมโนทัศน์ไม่ได้ มองว่าการทำแผนผังมโนทัศน์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อและไม่อยากทำ อาจเป็นเพราะในการสร้างแผนผังมโนทัศน์แต่ละครั้งนักเรียนไม่สามารถทำได้เลย จึงขาดแรงจูงใจในการทำ

ด้านความเป็นไปได้ของการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการประเมิน นั้นพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความคิดรวบยอด เพราะมีความเหมาะสมทั้งในด้านเวลาที่ใช้ ประโยชน์ในการนำไปใช้ ความยากง่ายในการปฏิบัติ และความพึงพอใจของนักเรียน โดยอาจนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินควบคู่ไปกับการประเมินรูปแบบอื่น เช่น การทดสอบ ทำรายงาน โครงการ หรือแฟ้มสะสมงาน (portfolio) โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ในการประเมินความคิดรวบยอดนั้นทำให้ครูได้ทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาให้นักเรียนได้ตรงตามสภาพจริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรสร้างความเข้าใจให้กับครูผู้สอนถึงเทคนิควิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์ และการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประเมินนักเรียน เพื่อครูจะได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ควรมีการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยการอบรมให้ความรู้หรือนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนนักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์จนเกิดความชำนาญและเข้าใจวิธีการสร้างอย่างถ่องแท้ก่อนทำการประเมิน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน
3. ควรนำแผนผังมโนทัศน์ไปประเมินหลังจากที่ครูสอนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบ โดยจัดควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน สร้างบรรยากาศในการประเมินให้เสมือนเป็นกิจกรรมหนึ่งของการเรียนการสอนให้มากที่สุด
4. การนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียนนั้น ในช่วงแรกๆ ควรนำแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังมาใช้ในการประเมินก่อน เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับนักเรียน ต่อมาเมื่อฝึกให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์จนชำนาญแล้วจึงนำแผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำมาใช้ เพราะสามารถวัดความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ผลที่ได้จากการประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้กับนักเรียนเพื่อได้ทราบข้อบกพร่องและพัฒนาผู้เรียนได้ตรงตามสภาพที่แท้จริงของนักเรียนแต่ละคน
6. ผลที่ได้จากการประเมินทำให้สามารถนำไปจัดกลุ่มนักเรียนได้ตามระดับความสามารถในการคิด เพื่อจะได้ปรับปรุงหรือซ่อมเสริมให้เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนตามสภาพจริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เน้นการประเมินผลระหว่างเรียน (formative evaluation) เพื่อต้องการนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนครั้งต่อไป ดังนั้นควรศึกษาและพัฒนา รูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ที่สามารถเพื่อนำไปใช้ในการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียน (summative evaluation) ของนักเรียนด้วย ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถประเมินนักเรียนได้ครอบคลุมความรู้ในมโนทัศน์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
2. เนื่องจากในการประเมินครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งมีเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือมโนทัศน์ที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นจึงควรมานำแผนผังมโนทัศน์ลักษณะนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เช่น ระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา ซึ่งมีเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือมโนทัศน์ที่ซับซ้อนกว่า
3. ควรมีการศึกษาและพัฒนา รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ที่นำไปใช้วัดความคิดรวบยอดของนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ เพื่อจะได้ปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการคิดรวบยอดของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างเต็มศักยภาพ