



การพัฒนาแบบการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับแนวคิด
มโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา: กรณีศึกษากลุ่มชาติพันธุ์ม้ง

Concepts about Basic Astronomy of Students in Elementary Level:
A Case Study of a Hmong Ethnic Group

วสุพงษ์ อิวาง¹ และ กรีธา แก้วคง²

Wasupong Iwang and Kreetha Kaewkhong

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงคุณภาพครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน
กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 คน โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยนักเรียนตอบ
คำถามเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์พื้นฐานทางดาราศาสตร์ 18 ข้อ ผ่านการพูด การวาดภาพ และ
การปั้นดินน้ำมัน ผลการสัมภาษณ์นำจัดกลุ่มโดยพิจารณาจากระดับความเข้าใจมโนทัศน์ ผลการวิจัย พบว่า
นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่าง การเกิดเงา และการเคลื่อนที่
ของเทหวัตถุบนท้องฟ้า ซึ่งได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน

คำสำคัญ: มโนทัศน์ดาราศาสตร์ / ชั้นประถมศึกษา / กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง

Abstract

This qualitative research aims to analyze basic astronomy concepts of 14 grade
6 Hmong students in an elementary school level by in-depth interviewing. Students
were engaged to answer the 18 conceptual questions about basic astronomy phenomena
by speaking, drawing and play-dough modeling. The answers of each student were
decoded and categorized by determining types of conceptual understanding. The results
revealed that most students had alternative conceptions about the shape of celestial

Article Info: Received 11 April, 2019; Received in revised form 16 May, 2019; Accepted 22 May, 2019

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อีเมล: wasupong530210412@gmail.com
Graduate student in Education Division (Science Education), Faculty of Education, Chiang Mai University Email: wasupong530210412@gmail.com

² อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อีเมล: kreetha.ka@cmu.ac.th

Lecturer in Department of Curriculum, Teaching, and Learning, Faculty of Education, Chiang Mai University Email: kreetha.ka@cmu.ac.th

objects, the formation of shadows, and celestial motion which influenced by the experiences of each student.

KEYWORDS: ASTRONOMY CONCEPTS / ELEMENTARY LEVEL / HMONG ETHNIC GROUP

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนดาราศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากสามารถสร้างแรงบันดาลใจ และสร้างเจตคติที่ดีในวิชาวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา (Baybars & Can, 2018; Lelliott & Rollnick, 2010) วิธีการศึกษาทางดาราศาสตร์ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนเริ่มสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนท้องฟ้าอย่างเป็นระบบ รวบรวมหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบาย สร้างสมมติฐานและทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโลกและวัตถุบนท้องฟ้า โดยประยุกต์ใช้ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในเชิงมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม (STEM) (Cole, Cohen, Wilhelm, & Lindell, 2018; Plummer, Kocareli, & Slagle, 2014; Wilhelm, Toland, & Cole, 2017) นอกจากนี้ การเรียนการสอนในเนื้อหาดาราศาสตร์ประกอบด้วยมโนทัศน์ เรื่องแสง แรงแม่เหล็ก บรรยากาศ จึงเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนาและประยุกต์ใช้มโนทัศน์ข้ามสาขาวิชา (Cross cutting concept) ตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ปี พ.ศ. 2556 (Next Generation Science Standard: NGSS) ของสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ที่ต้องการให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากหลายหลักการ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012; Plummer, 2014; Sneider, Bar, & Kavanagh, 2011)

ประเด็นข้างต้นทำให้เห็นว่า เนื้อหาดาราศาสตร์มีความสำคัญต่อนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา แต่นักเรียนกลับยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ (Heywood, Parker, & Rowlands, 2013; Parnafes, 2012) นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนไม่สามารถปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิด (Mental model) ที่ระดับเริ่มต้น (Initial model) ไปสู่ระดับสังเคราะห์ (Synthetic

model) และระดับที่ตรงกับโมเดลวิทยาศาสตร์ได้ (Scientific model) (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016; Plummer et al., 2014; Sneider et al., 2011; Vosniadou & Skopeliti, 2017) เนื่องจากนักเรียนใช้ประสบการณ์จากการสังเกต ความรู้เดิม สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ มาสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ (Baybars & Can, 2018; Vosniadou & Skopeliti, 2017)

การพัฒนาโมเดลในเนื้อหาดาราศาสตร์ที่มีความซับซ้อน เช่น การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาแทบจะไม่เกิดโมเดลที่สมบูรณ์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ (Åberg-Bengtsson, Karlsson, & Ottosson, 2017; Parnafes, 2012; Wilhelm, 2014) โมเดลคลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องแก้ไข เพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิดให้มีลักษณะสอดคล้องกับโมเดลของนักวิทยาศาสตร์ และสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ (Dankenbring & Capobianco, 2016; Slater, Morris, & McKinnon, 2018) จุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนโมเดลต้องเริ่มต้นจากการที่นักเรียนไม่พึงพอใจแนวคิดเดิมของตนเอง (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982) การจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยายไม่สามารถที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเดลได้สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่ ดังนั้นครูจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนการสอนโดยต้องคำนึงถึงโมเดลเดิมของนักเรียน ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนของตนเองบนพื้นฐานแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) (Dankenbring & Capobianco, 2016; Mills, Tomas, & Lewthwaite, 2016; Slater et al., 2018) ดังนั้น การสำรวจโมเดลจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบการเรียนการสอนเนื้อหาดาราศาสตร์ (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016; Slater et al., 2018)

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสอนดาราศาสตร์ในช่วงสามสิบปีมานี้ Lelliott and Rollnick (2010) พบว่า ปัจจัยทางด้านภาษาและวัฒนธรรมมีผลต่อโมเดลคลาดเคลื่อนในเนื้อหาดาราศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของผู้วิจัย ซึ่งได้สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง โดยใช้ข้อคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับดวงจันทร์ พบว่า นักเรียนมีโมเดลคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดวงจันทร์ (วสุพงษ์ อิวาง และ กริธา แก้วคง, 2561) เพื่อให้

ทราบถึงมโนทัศน์เชิงลึกของนักเรียนซึ่งครอบคลุมในเนื้อหาดาราศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง รูปร่างและแบบรูปของดวงจันทร์ การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของ ดวงจันทร์ การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดอุปราคา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ผู้วิจัยจึงออกแบบเครื่องมือ สํารวจและวิเคราะห์ มโนทัศน์ทาง ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้งอีกครั้ง โดยมุ่งเน้นการอภิปราย ข้อมูลที่ครอบคลุมในเชิงลึก อีกทั้งกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกระดับความเข้าใจ มโนทัศน์ของนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับครูผู้สอน นักการศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือวัดและประเมินผล และ สื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยเฉพาะ นักเรียนที่ใช้ภาษาไทย เป็นภาษาที่สองและนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 14 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สองในการสื่อสาร

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยเชิงกรณีศึกษาเพื่ออภิปราย (Descriptive case study) ภายใต้ขอบข่ายงานวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นอภิปรายเพื่อแสดงให้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้น ในเบื้องต้น ไม่มุ่งเน้นที่จะแสดงความเห็นเหตุเป็นผลของตัวแปรต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูล (Constant comparative method) เพื่อ อธิบายลักษณะมโนทัศน์ และจัดกลุ่มระดับความเข้าใจมโนทัศน์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure in-depth interview) จำนวน 18 ข้อ ประกอบด้วย เรื่อง รูปร่างและแบบรูปของดวงจันทร์ จำนวน 4 ข้อ การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ จำนวน 4 ข้อ การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม จำนวน 5 ข้อ และการเกิดอุปราคา จำนวน 5 ข้อ เวลาในการสัมภาษณ์คนละประมาณ 30 นาที

ผู้วิจัยสังเคราะห์ข้อสอบจากงานวิจัยของ Barnett and Morran (2002) Bryce and Blown (2013) Lindell and Olsen (2002) Trundle, Atwood, and Christopher (2007) Wilhelm (2009) และ Wilhelm (2014) แล้วปรับปรุงข้อคำถามโดยใช้ภาษาที่ง่ายสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ตัดข้อคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องออก และเพิ่มเติมข้อคำถามเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร จากนั้นนำข้อคำถามที่ได้มาจัดเป็นชุดคำถามให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

แบบสัมภาษณ์มีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item objective congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และได้รับการประเมินคุณภาพของข้อคำถามด้านความเหมาะสมของภาษา เวลา และพัฒนาประสบการณ์ของผู้วิจัย โดยการนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และโรงเรียนที่มีกลุ่มนักเรียนชาติพันธุ์ จำนวน 50 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักเรียนกรอกแบบยินยอมในการเข้าร่วมงานวิจัยก่อนเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผ่านการพูด การวาดภาพ และการปั้นดินน้ำมัน ขณะสัมภาษณ์คำตอบของนักเรียนถูกบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ ผู้วิจัยสามารถปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมข้อคำถาม เพื่อตรวจสอบจุดสนใจคำตอบในกรณีที่ต้องการการยืนยันความชัดเจนของคำตอบ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลตามกรอบแนวคิดของ Trundle et al. (2007) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: เก็บข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็นการเก็บข้อมูลแล้วตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methodological triangulation) โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันสามวิธี ได้แก่ การพูด การวาดภาพ และการปั้นดินน้ำมัน ดังตัวอย่างในตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างคำตอบ เรื่อง การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ ของนักเรียนคนที่ 9

ข้อที่ 2.1 นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์เคลื่อนที่หรือไม่ ถ้าหากเคลื่อนที่ ดวงจันทร์มีลักษณะเคลื่อนที่อย่างไร

บทสัมภาษณ์	วาดภาพ	ปั้นดินน้ำมัน
S9: มีค่ะ T: แล้วเคลื่อนอย่างไร S9: เหมือนกับหมอกเคลื่อนช้า ลอยไปมา		

ขั้นตอนที่ 2: ตีความคำตอบของนักเรียน ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านผู้วิเคราะห์ข้อมูล (Data interpreter triangulation) โดยใช้ผู้วิเคราะห์และตีความข้อมูลที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย และครูที่มีประสบการณ์ 10 ปี ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนกับมโนทัศน์ที่พบจากงานวิจัยที่ผ่านมา ดังตัวอย่างในภาพ 1

มโนทัศน์ของนักเรียนคนที่ 9			มโนทัศน์จากงานวิจัยที่ผ่านมา และพบจากการนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้	
บทสัมภาษณ์	วาดภาพ	ปั้นดินน้ำมัน	มโนทัศน์ที่ปรากฏ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน
S9: มีค่ะ T: แล้วเคลื่อนอย่างไร S9: เหมือนกับหมอกเคลื่อนช้า ลอยไปมา			มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากการโคจรรอบดวงอาทิตย์	ดวงจันทร์เคลื่อนที่ขึ้นลงหรือเคลื่อนที่ซ้ายขวาไปมา (Calderon-Canales, Flores-Camacho, & Gallegos-Cazares (2013))

ภาพ 1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนกับมโนทัศน์ที่พบจากงานวิจัยที่ผ่านมา ของนักเรียนคนที่ 9

ขั้นตอนที่ 3: จัดกลุ่มตามเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมมโนทัศน์ของนักเรียนตามหัวข้อมโนทัศน์ทางดาราศาสตร์ ดังตัวอย่างในตาราง 2 แล้วนำข้อมูลไปจัดกลุ่มตามเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ ของ Sackes (2010) ดังตาราง 3

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า สามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มโดยพิจารณาจากมโนทัศน์ดังนี้ คือ 1. รูปร่างและแบบรูปของดวงจันทร์ (ตาราง 4) 2. การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ (ตาราง 5) 3. การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม (ตาราง 6) 4. การเกิดอุปราคา (ตาราง 7) ซึ่งจากการพิจารณาเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของ Sackes (2010) สามารถจำแนกมโนทัศน์ดาราศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏได้ ดังตาราง 8

ตาราง 4 มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง รูปร่างและแบบรูปของดวงจันทร์

		มโนทัศน์ที่ปรากฏ	รหัสนักเรียน
มโนทัศน์วิทยาศาสตร์	องค์ประกอบ	1 ดวงจันทร์เป็นวัตถุที่เป็นทรงกลม	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S10, S11, S12, S13, S14
		2 รูปร่างของดวงจันทร์ที่มองเห็นแตกต่างกันในแต่ละวัน	S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14
		3 รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเต็มดวง เรียกว่าข้างขึ้น	S1, S11, S12
		4 รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะมีขนาดลดลงอย่างต่อเนื่องจนมองไม่เห็นดวงจันทร์ เรียกว่า ข้างแรม	S1, S11, S12
		5 ดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงแบบรูปซ้ำกันทุกเดือน	
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน	อ้างอิงจาก Bryce and Blow, 2013; Wilhelm, 2014	ดวงจันทร์เป็นวงกลมครึ่งและวงกลมแบน	S8, S9
		ดวงจันทร์เป็นวงกลมแบน	
		ดวงจันทร์เป็นครึ่งวงกลมแบน	
		ดวงจันทร์เป็นเส้นยาว รูปร่างไม่แน่นอน	S9
ไม่แสดงแนวคิด หรือ คำตอบ			

ตาราง 5 มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์

		มโนทัศน์ที่ปรากฏ	รหัสนักเรียน	
มโนทัศน์วิทยาศาสตร์	องค์ประกอบ	1	ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง	
		2	ดวงจันทร์โคจรรอบโลก	S1, S3, S4, S7, S14
		3	ดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์	S3
		4	ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตกเป็นแบบรูปซ้ ๆ	S1, S3, S4, S11, S14
		5	การขึ้นตกของดวงจันทร์ เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ	S5
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน	อ้างอิงจาก Calderón-Canales, Flores-Camacho, & Gallegos-Cázarés, 2013; Slater et al., 2018	ดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์แต่ไม่โคจรรอบโลก	S2, S9, S12	
		ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์โคจรรอบโลก		
		ดวงจันทร์เคลื่อนที่ขึ้นลง หรือเคลื่อนที่ซ้ายขวาไปมา	S2, S6, S7, S8, S11, S13	
		ดวงจันทร์ไม่เคลื่อนที่	S5, S10	
ไม่แสดงแนวคิด หรือ คำตอบ				

ตาราง 6 มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม

		มโนทัศน์ที่ปรากฏ	รหัสนักเรียน	
มโนทัศน์วิทยาศาสตร์	องค์ประกอบ	1	ดวงจันทร์ไม่มีแสงในตัวเอง	S1, S3, S4, S7, S11, S12, S13, S14
		2	ส่วนสว่างของดวงจันทร์เกิดจากแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์	S1, S3, S4, S7, S11, S12, S13, S14
		3	ส่วนด้านมืดของดวงจันทร์เกิดจากส่วนโค้งของดวงจันทร์บังแสงทำให้เกิดเงามืดทางด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์	
		4	การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ทำให้คนบนโลกมองเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไป ในแต่ละคืน	S1
		5	วันขึ้น 15 ค่ำ เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าหาโลก ทำให้มองเห็นดวงจันทร์เต็มดวง	S1
		6	วันแรม 15 ค่ำ เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนมาอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าหาโลก ทำให้มองไม่เห็นดวงจันทร์	
		7	วันขึ้น 8 ค่ำ เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนมาอยู่ในตำแหน่งทำมุมฉากกับโลก และดวงอาทิตย์ ทำให้มองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่า ๆ กัน	
		8	วันแรม 8 ค่ำ เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนมาอยู่ในตำแหน่งทำมุมฉากกับโลกและดวงอาทิตย์ทำให้มองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่า ๆ กัน	S1, S8

ตาราง 6 (ต่อ) มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม

		มโนทัศน์ที่ปรากฏ	รหัสนักเรียน
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน	อ้างอิงจาก Barnett and Moran, 2002; Trundle et al., 2007; Slater et al., 2018	เงาของโลกทอดบนดวงจันทร์ทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม	S1, S4, S13
		โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม	S4
		เงาของดาวเคราะห์ทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม	
		ดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม (ไม่กล่าวถึงโลก)	
		เมฆบดบังดวงจันทร์ทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม	S5, S6, S8, S9, S12
		ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ด้านหน้าของดวงจันทร์ และอยู่ระหว่างโลกกับดวงจันทร์ทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม	S11
		ตำแหน่งของดวงจันทร์สัมพันธ์กับตำแหน่งของผู้สังเกตบนโลกทำให้เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม (เมื่อดวงจันทร์อยู่ตรงกับผู้สังเกต เกิดดวงจันทร์เต็มดวง)	
		ดวงจันทร์มีแสงสว่างในตัวเอง หรือ เป็นสิ่งมีชีวิต	S2, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S14
		ใช้ความเชื่อจากสังคมและวัฒนธรรมมาอธิบายปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรม	S3, S6, S10, S14
		ไม่แสดงแนวคิด หรือ คำตอบ	

ตาราง 7 มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเกิดอุปราคา

		มโนทัศน์ที่ปรากฏ	รหัสนักเรียน
มโนทัศน์วิทยาศาสตร์	องค์ประกอบ	1 อุปราคาเกิดจากโลก ดวงจันทร์ โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงกับดวงอาทิตย์	S1, S4, S7
		2 เมื่อดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ในแนวเส้นตรง ทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ เงาของดวงจันทร์ตกลงยังโลก ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเงาเห็นปรากฏการณ์สุริยุปราคา	S1, S4, S7
		3 ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเงาจะเห็น สุริยุปราคาเต็มดวง ส่วนสังเกตที่อยู่บริเวณเงามัวจะเห็น สุริยุปราคาบางส่วน และกรณีที่เงามืดของดวงจันทร์ตกไปไม่ถึงพื้นโลก มีเพียงเงามัวที่อยู่ใต้เงามืดตกลงบนโลก ทำให้สังเกตบริเวณนั้นเห็น สุริยุปราคาวงแหวน	
		4 เมื่อโลกอยู่ระหว่างดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ในแนวเส้นตรง โดย ดวงจันทร์จะเคลื่อนที่ผ่านเงาของโลก ทำให้มองเห็นดวงจันทร์มืดไป เกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา	
		5 เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนที่ผ่านเงามืดของโลกทั้งดวงเกิดจันทรุปราคาเต็มดวง แต่ถ้าดวงจันทร์เข้าไปอยู่ในเงามืดบางส่วนเกิดจันทรุปราคาบางส่วน ถ้าดวงจันทร์เข้าไปอยู่ในเงามัวของโลกเกิดจันทรุปราคาเงามัว	
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน	อ้างอิงจาก Barnett and Moran, 2002	ใช้แนวคิดการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมมาอธิบายปรากฏการณ์อุปราคา	
		เมฆเป็นสาเหตุของการเกิดอุปราคา	S8, S13
		ใช้ความเชื่อจากสังคมและวัฒนธรรมมาอธิบายปรากฏการณ์อุปราคา	S10, S14
		ไม่แสดงแนวคิด หรือ คำตอบ	S2, S3, S5, S6, S9, S10, S11

หมายเหตุ: S1-S14 หมายถึง นักเรียนคนที่ 1-14

ตาราง 8 จำนวนนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์ระดับความเข้าใจนิทัศน์ของ Sackes (2010)

ระดับความเข้าใจนิทัศน์	เรื่อง	รูปร่างและ แบบรูปของ ดวงจันทร์	การเคลื่อนที่และ การเคลื่อนที่ ปรากฏของ ดวงจันทร์	การเกิด ข้างขึ้น-ข้าง แรม	การเกิด อุปราคา
ระดับ 7	มโนทัศน์วิทยาศาสตร์สมบูรณ์				
		12 คน	3 คน	1 คน	3 คน
ระดับ 6	มโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S10, S11, S12, S13, S14	S1, S4, S14	S7	S1, S4, S7
ระดับ 5	มโนทัศน์วิทยาศาสตร์สมบูรณ์ รวมกับมโนทัศน์คลาดเคลื่อน				
		2 คน	3 คน	7 คน	
ระดับ 4	มโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน รวมกับมโนทัศน์คลาดเคลื่อน	S8, S9	S3, S7, S11	S1, S3, S4, S11, S12, S13, S14	
ระดับ 3	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน หนึ่งประเด็น		5 คน S5, S8, S10, S12, S13		4 คน S8, S10, S13, S14
ระดับ 2	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน หลายประเด็น		3 คน S2, S6, S9	6 คน S2, S5, S6, S8, S9, S10	
ระดับ 1	ไม่ปรากฏความเข้าใจนิทัศน์				7 คน S2, S3, S5, S6, S9, S11, S12

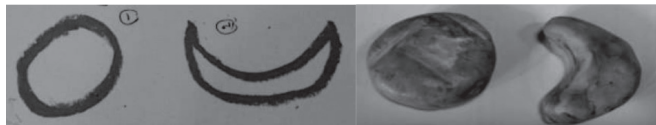
อภิปรายผล

ผลการวิจัย พบว่า จากการวิเคราะห์มโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ดาราศาสตร์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับรูปร่าง การเกิดเงา และการเคลื่อนที่ของเทหวัตถุบนท้องฟ้า คำอธิบายของนักเรียนถูกสร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการสังเกต และวัฒนธรรมท้องถิ่น

1. มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง รูปร่างและแบบรูปของดวงจันทร์

การสัมภาษณ์เริ่มต้นให้นักเรียนระบุลักษณะและแบบรูปของดวงจันทร์ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนอธิบายคำว่าข้างขึ้น-ข้างแรม จากการสัมภาษณ์ไม่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สมบูรณ์ แต่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน (12 คน จาก 14 คน) โดยสามารถระบุได้ว่า ดวงจันทร์มีรูปร่างทรงกลม และแบบรูปของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวัน แต่ไม่สามารถระบุลำดับการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมเมื่อสังเกตจากผิวโลก

ส่วนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วนรวมกับระดับความเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (2 คน จาก 14 คน) พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเราจะสังเกตเห็นรูปร่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวัน นักเรียนระบุว่า รูปร่างของดวงจันทร์มีลักษณะกลม เมื่อให้ปั้นดินน้ำมันเพื่อยืนยันคำตอบ นักเรียนทั้งสองคนปั้นดินน้ำมันเป็นวงกลมแบน ดังภาพ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Baybars and Can (2018) และ Bryce and Blown (2013) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปทรง ขนาด และโครงสร้างของวัตถุบนท้องฟ้า ซึ่งผลการวิจัยของ Bryce and Blown (2013) พบว่านักเรียนตั้งแต่อายุ 3-18 ปี มีแนวคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับรูปร่างของดวงจันทร์ ตั้งแต่ไม่ทราบรูปร่าง ทราบว่าดวงจันทร์มีรูปร่างเป็นวงกลมแบนแบน จนกระทั่งรู้ว่าดวงจันทร์มีรูปร่างเป็นทรงกลม



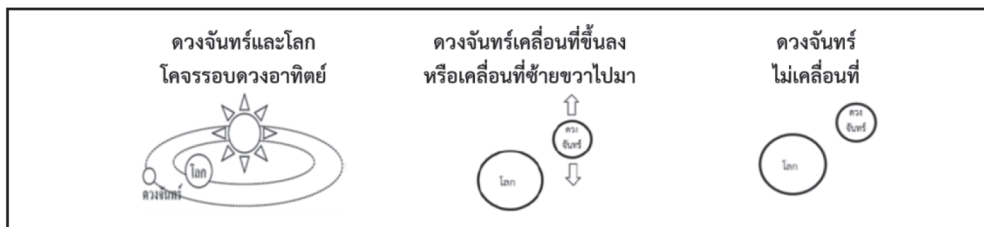
ภาพ 2 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างของดวงจันทร์โดยการปั้นดินน้ำมัน ของนักเรียนคนที่ 8

1. มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์

ข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้นักเรียนระบุการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนอธิบายสาเหตุการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์ จากการสัมภาษณ์ไม่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจ มโนทัศน์วิทยาศาสตร์สมบูรณ์ แต่พบนักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์

บางส่วน (3 คน จาก 14 คน) โดยสามารถระบุได้ว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก และดวงจันทร์ขึ้นทางทิศตะวันออก ตกทางทิศตะวันตก แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดดวงจันทร์จึงมีการขึ้นตก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cole et al. (2018) Plummer et al. (2014) และ Wilhelm et al. (2017) ที่พบว่า แม้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสังเกตอย่างชัดเจนเรื่องการขึ้นตกของวัตถุบนท้องฟ้า แต่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เนื่องจากนักเรียนต้องอาศัยทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์เชื่อมต่อบุคลิกของผู้สังเกตบนพื้นผิวโลกกับมุมมองของผู้สังเกตในอวกาศ

ส่วนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจนิทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วนรวมกับนิทัศน์คลาดเคลื่อน (3 คน จาก 14 คน) นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจนิทัศน์คลาดเคลื่อนหนึ่งประเด็น (5 คน จาก 14 คน) และนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจนิทัศน์คลาดเคลื่อนหลายประเด็น (3 คน จาก 14 คน) อธิบายการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ ดังภาพ 3 สอดคล้องงานวิจัยของ Slater et al. (2018) ที่พบว่า นักเรียนระดับการศึกษาภาคบังคับระดับชั้นปีที่ 1 ถึงปีที่ 10 หรือ ระหว่างอายุ 6-15 ปี ในประเทศออสเตรเลีย มีนิทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่องการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์หลายรูปแบบ เช่น ดวงจันทร์ไม่เคลื่อนที่ ดวงจันทร์ไม่เคลื่อนที่รอบโลก ดวงจันทร์เคลื่อนที่ขึ้นลง



ภาพ 3 นิทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง การเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์

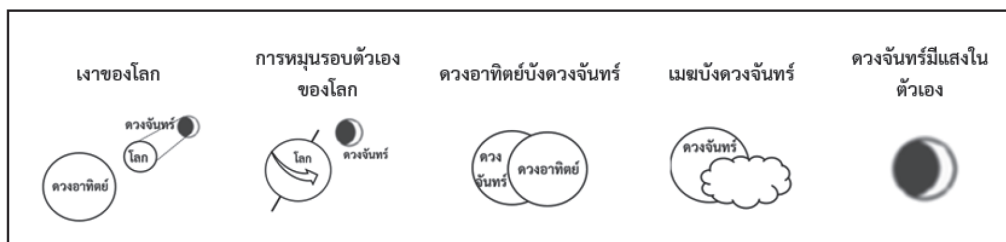
2. นิทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ไม่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจนิทัศน์วิทยาศาสตร์ สมบูรณ์ แต่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจนิทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน (1 คน จาก 14 คน) แม้งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษา แนวทางการพัฒนาความเข้าใจนิทัศน์ เรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม อย่างกว้างขวาง แต่พบว่านักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ยังคงมีมนทัศน์คลาดเคลื่อน (Åberg-Bengtsson et al., 2017; Lelliott & Rollnick, 2010; Parnafes, 2012; Wilhelm, 2014)

ส่วนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วนรวมกับมนทัศน์คลาดเคลื่อน (7 คน จาก 14 คน) และนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมนทัศน์คลาดเคลื่อนหลายประเด็น (6 คน จาก 14 คน) อธิบายการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม ดังภาพ 4 สอดคล้องงานวิจัยของ Trundle et al. (2007) ที่พบว่า มโนทัศน์ของนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมเกิดจากสาเหตุที่หลากหลาย ได้แก่ เมฆบัง เงาของโลก ระยะห่างระหว่างดวงจันทร์กับโลก

ผลการวิจัย พบว่า ความเชื่อที่ว่าดวงจันทร์มีแสงในตัวเอง เป็นมนทัศน์คลาดเคลื่อนที่ถูกนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรมมากที่สุดในการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slater et al. (2018) และ Trundle, Atwood, and Christopher (2002) ที่พบว่า เงาของโลก เป็นมนทัศน์คลาดเคลื่อนที่ถูกนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรมมากที่สุดในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า นักเรียนในกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ส่วนใหญ่ใช้มุมมองของผู้สังเกตที่อยู่บนผิวโลก สร้างคำอธิบายว่า ดวงจันทร์มีแสงในตัวเอง เป็นสาเหตุของการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม แต่ในงานวิจัยของ Slater et al. (2018) และ Trundle et al. (2002) นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ส่วนใหญ่ใช้มุมมองของผู้สังเกตในอวกาศ ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าสร้างคำอธิบายว่าเงาของโลก เป็นสาเหตุของการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม อาจเนื่องมาจากปัจจัยทางภาษาและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อมโนทัศน์ของนักเรียน (วสุพงษ์ อิวาง และ กรีธา แก้วคง, 2561; Lelliott & Rollnick, 2010)



ภาพ 4 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม

3. มโนทัศน์ของนักเรียน เรื่องการเกิดอุปราคา

จากการสัมภาษณ์ไม่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สมบูรณ์ แต่พบนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน (3 คน จาก 14 คน) สามารถอธิบายสาเหตุ การเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา แต่ไม่สามารถอธิบายสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา ประเภทของสุริยุปราคา และประเภทของจันทรุปราคาได้ นอกจากนี้ ผลการวิจัย พบว่า มีนักเรียนที่ไม่ปรากฏความเข้าใจมโนทัศน์จำนวนมาก (7 คน จาก 14 คน) เนื่องจากปรากฏการณ์อุปราคาเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ไม่บ่อยครั้ง (Brown & Brown, 2017) นักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์จากการสังเกตจะไม่สามารถสร้างคำอธิบายได้ (Cole et al., 2018; Plummer et al., 2014)

ส่วนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหนึ่งประเด็น (7 คน จาก 14 คน) มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่ปรากฏ ได้แก่ เมฆเป็นสาเหตุของการเกิดอุปราคา นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนใช้ ความเชื่อเรื่อง ราหู ตำนานเรื่องเล่าและนิทานท้องถิ่นในการอธิบายปรากฏการณ์อุปราคา ดังบทสัมภาษณ์ด้านล่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohapatra (1991) ซึ่งได้ศึกษามโนทัศน์การเกิดสุริยุปราคาของนักเรียน พบว่า ตำนานเรื่องเล่ามีอิทธิพลต่อมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียน นอกจากนี้งานวิจัยของ Wilhelm (2014) ยังพบว่า แนวคิดเรื่องดวงจันทร์ของนักเรียนอายุ 5 ปี ได้รับอิทธิพลจากหนังสือนิทาน บทเพลง และความเชื่อในเรื่องของพระเจ้า

ผู้สัมภาษณ์	นักเรียนรู้จักสุริยุปราคาไหม คิดว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร	ผู้สัมภาษณ์	นักเรียนรู้จักสุริยุปราคาไหม คิดว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร
นักเรียนคนที่ 14	อยู่ ๆ ดวงอาทิตย์ก็มืด	นักเรียนคนที่ 10	ดวงอาทิตย์มืด
ผู้สัมภาษณ์	ทำไมมันถึงเกิด	ผู้สัมภาษณ์	ทำไมมันถึงเกิด
นักเรียนคนที่ 14	หนูได้ยินว่าดำกับขาวมันตีกัน ดำชนะเลยมาบังดวงอาทิตย์	นักเรียนคนที่ 10	ราหูอมจันทร์ค่ะ
ผู้สัมภาษณ์	รู้ได้อย่างไร ใครบอก	ผู้สัมภาษณ์	มันเป็นอย่างไร ราหูอมจันทร์
นักเรียนคนที่ 14	ย่าเล่าให้ฟังค่ะ	นักเรียนคนที่ 10	เป็นผีมาบัง เลยมืด
ผู้สัมภาษณ์	คิดว่าเรื่องนั้นมันจริงไหม	ผู้สัมภาษณ์	รู้ได้อย่างไร ใครบอก
นักเรียนคนที่ 14	จริงค่ะ	นักเรียนคนที่ 10	อ่านในหนังสือค่ะ
		ผู้สัมภาษณ์	คิดว่าเรื่องนั้นมันจริงไหม
		นักเรียนคนที่ 10	จริงค่ะ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์และมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่พบจากงานวิจัย ควรถูกนำไปใช้ออกแบบ การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง หรือนักเรียนกลุ่มที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง ตามแนวคิดการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาแนวคิดเดิมของผู้เรียน ตลอดจนสภาพด้านสังคมและวัฒนธรรม เพื่อใช้ในการออกแบบการเรียนรู้อย่างมีความหมายให้เหมาะสมกับผู้เรียนตามสภาพบริบท

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ในกลุ่มชาติพันธุ์อื่นเพิ่มเติม

2.2 การสัมภาษณ์ผ่านกระบวนการพูด การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง จัดเป็นแนวทางในการเปิดเผยแนวคิดของนักเรียน ซึ่งสามารถใช้สำหรับสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนในเชิงลึกได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

วสุพงษ์ อิวาง, และ กรีธา แก้วคง. (2561). การสำรวจมโนทัศน์เกี่ยวกับดวงจันทร์ของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ (ม้ง) ระดับชั้นประถมศึกษา [บทความ]. ใน *รายงานการประชุมวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ หลักสูตรและการสอนสัมพันธ์ ครั้งที่ 4 ประจำปี 2560 ครั้งที่ 3* (น. 10). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร.

ภาษาอังกฤษ

- Åberg-Bengtsson, L., Karlsson, K. G., & Ottosson, T. (2017). “Can there be a full moon at daytime?” young students making sense of illustrations of the lunar phases. *Science Education*, 101(4), 616-638.
- Ampartzaki, M., & Kalogiannakis, M. (2016). Astronomy in early childhood education: A concept-based approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179.
- Barnett, M., & Morran, J. (2002). Addressing children’s alternative frameworks of the moon’s phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24(8), 859-879.
- Baybars, G., & Can, S. (2018). Middle school students’ misconceptions about the concepts of astronomy. *International Education Studies*, 11(11), 34-45.
- Brown, T., & Brown, K. (2017). In the shadow of the moon, what type of solar eclipse will we see?. *Science Activities*, 54(2), 48-57.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children’s concepts of the shape and size of the earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388-446.
- Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cázares, L. (2013). Elementary students’ mental models of the solar system. *Astronomy Education Review*, 12(1), 010108.
- Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., & Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010139.
- Dankenbring, C., & Capobianco, B. M. (2016). Examining elementary school students’ mental models of sun-earth relationships as a result of engaging in engineering design. *International Journal of Science and*

Mathematics Education, 14(5), 825-845.

Heywood, D., Parker, J., & Rowlands, M. (2013). Exploring the visuospatial challenge of learning about day and night and the sun's path. *Science Education*, 97(5), 772-796.

Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799.

Lindell, R. S., & Olsen, J. P. (2002). Developing the lunar phases concept inventory. *Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference*. New York: PERC Publishing.

Mills, R., Tomas, L., & Lewthwaite, B. (2016). Learning in earth and space science: a review of conceptual change instructional approaches. *International Journal of Science Education*, 38(5), 767-790.

Mohapatra, J. K. (1991). The interaction of cultural rituals and the concepts of science in student learning: A case study on solar eclipse. *International Journal of Science Education*, 13(4), 431-437.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Parnafes, O. (2012). Developing explanations and developing understanding: Students explain the phases of the moon using visual representations. *Cognition and Instruction*, 30(4), 359-403.

Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1-45.

Plummer, J. D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom

- and planetarium-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1083-1106.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Sackes, M. (2010). *The role of cognitive, metacognitive, and motivational variables in conceptual change: Preservice early childhood teachers' conceptual understanding of the cause of lunar phases* (Doctoral Dissertation, The Ohio State University). Retrieved from https://www.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1290441125&disposition=attachment
- Slater, E. V., Morris, J. E., & McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2158-2180.
- Sneider, C., Bar, V., & Kavanagh, C. (2011). Learning about seasons: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 10(1).
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). Fourth-grade elementary students' conceptions of standards-based lunar concepts. *International Journal of Science Education*, 29(5), 595-616.
- Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2017). Is it the earth that turns or the sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2027-2051.

- Wilhelm, J. (2009). A case study of three children's' original interpretations of the moon's changing appearance. *School Science and Mathematics, 109*(5), 258-275.
- Wilhelm, J. (2014). Young children do not hold the classic earth's shadow misconception to explain lunar phases. *School Science and Mathematics, 114*(7), 349-363.
- Wilhelm, J., Toland, M., & Cole, M. (2017). Evaluating middle school students' spatial-scientific performance within earth/space astronomy in terms of gender and race/ethnicity. *Journal of Education in Science, Environment and Health, 3*(1), 40-50.