ผลของการจัดการเรียนรู้แบบ Peer Instruction ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อรูปแบบความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

สุริยา เฉลิมชาติ และสุระ วุฒิพรหม*

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 34190

*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 18 เมษายน 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 15 กรกฎาคม 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่มีต่อแบบประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation, FMCE) โดยใช้กรอบงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) ซึ่งจัดกลุ่มคำถามของ FMCE ใหม่เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แรงที่กระทำต่อเลื่อน (force sled) การเคลื่อนที่กลับทิศทาง (reversing direction) กราฟของแรง (force graphs) กราฟของความเร่ง (acceleration graphs) กฎข้อที่สามของนิวตัน (Newton III) และกราฟของความเร็ว (velocity graphs) กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน จากโรงเรียนประชารัฐพัฒนศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 การวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Peer Instruction ร่วมกับการทำการทดลอง และแบบประเมิน FMCE วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำคำตอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า คำตอบของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้บ่งบอกถึงความเข้าใจแนวคิดที่ผิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) และหลังกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น

คำสำคัญ: แบบประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ความก้าวหน้าทางการเรียนฟิสิกส์ศึกษา

Effect of Peer Instruction on Pattern Analysis of Grade-10 Students' Conceptual Understanding about Force and Motion

Suriya Chalermchat and Sura Wuttiprom*

Department of Physics, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University 34190, Thailand

*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

Abstract

The objective of this research was to analyze student responses on the Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) based on Smith and Wittmann's framework. FMCE questions were revised into six clusters, i.e., force sled, reversing direction, force graphs, acceleration graphs, Newton III and velocity graphs. The participants were 10 grade-10 students from Pracharath Pattana Suksa School, Kalasin in the second semester of academic year 2014. A one-group pretest-posttest design was employed in the study, and the research tools consisted of lesson plans based on Peer Instruction technique incorporated with the experiment and an FMCE test. The results indicated that students' responses before the learning activities showed the misunderstanding about force and motion as the Smith and Wittmann's work, and after learning activities the students' concepts were correctly increased.

Keywords: Force and Motion Conceptual Evaluation, Normalized gain, Physics education

บทนำ

จากผลคะแนนจากการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (ordinary national education test, O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 – 2554 ประมาณ 300,000 คนทั่วประเทศต่อปี แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ คะแนนเฉลี่ยแต่ละปีต่ำกว่าร้อยละ 40 และลดลงทุกปี เมื่อพิจารณาเฉพาะสาระที่เกี่ยวกับรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนทำคะแนนสาระเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ต่ำสุด โดยคะแนนเฉลี่ยทุกปีต่ำกว่าร้อยละ 35 (NIETS, 2012) โดยการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่เน้นการทำแบบฝึกหัดหรือการแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ (Boonpasawai, 1991) เป็นผลให้การเรียนการสอนฟิสิกส์ส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการเสริมสร้างความรู้และหาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์ ประกอบกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูส่วนใหญ่ไม่เน้นการใช้สื่อ

การเรียนรู้แต่เน้นการบรรยายโดยไม่ได้ทดลอง จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเป้าหมายกำหนดไว้ จากสภาพปัญหาดังกล่าว การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ควรเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจและมีแนวคิดที่ถูกต้องก่อน จากนั้นจึงสอนการคำนวณในภายหลัง หากนักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนแล้ว จะช่วยลดการจดจำรายละเอียดเนื้อหาลงได้ ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และลงมือปฏิบัติจริง เพราะการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเป็นการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ (Pooranachote, 1994) ซึ่งชุดการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ให้กับนักเรียนเป็นอย่างดี (Arphonpisan, 2005) ในทางฟิสิกส์ศึกษามีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น interactive lecture demonstrations (ILDs; Sokoloff and Thornton, 1997) just-in time teaching (JTT; Novak, 1999) peer instruction (PI; Mazur, 1997) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีลักษณะเด่นแตกต่างกัน เช่น ILDs นักเรียนจะได้สังเกตการทดลองหรือปรากฏการณ์จริงในห้องเรียน JTT เป็นการเตรียมความพร้อมในด้านเนื้อหาด้วยตนเองก่อนการเรียนรู้ในห้องเรียน PI เป็นการใช้คำถามประเภทความเข้าใจให้ผู้เรียนได้ทำสองรอบ คือ ตอบคำถามรอบแรกแล้วอภิปรายร่วมกัน จากนั้นตอบคำถามรอบสอง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ PI ได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ทั้งในระดับมหาวิทยาลัยและมัธยมศึกษาในหัวข้อ “แรงและการเคลื่อนที่” ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในชั้นเรียน (Fagen et al., 2002) จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาในหัวข้อการใช้ชุดการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ peer instruction เพื่อพัฒนาความเข้าในแนวคิดเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐพัฒนศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบ (pattern) ความเข้าใจแนวคิดเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบประเมินความเข้าใจเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่” (force and motion conceptual evaluation, FMCE) ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ peer instruction ร่วมกับการใช้ชุดการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐพัฒนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โรงเรียนประชารัฐพัฒนศึกษาเป็นโรงเรียนขนาดเล็กเปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแต่ละห้องมีนักเรียนประมาณ 20 คน มีเพียงร้อยละ 10 ของนักเรียนเท่านั้นที่ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ผู้ปกครองของนักเรียนส่วนใหญ่มีฐานะยากจน ไม่สามารถส่งบุตรหลานไปเรียนต่อในระดับสูงขึ้นไปได้ นักเรียนส่วนใหญ่จึงขาดความมุ่งมั่น ในการเรียนประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโรงเรียนส่วนมากเป็นแบบดั้งเดิม ทำให้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาฟิสิกส์ ในสาระการเรียนรู้ เรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่” มีคะแนน O-NET ปีการศึกษา 2555 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับจังหวัด ระดับสังกัด และระดับประเทศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) และเครื่องมือทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ peer instruction ร่วมกับชุดการทดลองเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 78.60/71.50 งานวิจัยนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยแบ่งการเรียนการสอนออกเป็น 4 ครั้ง ๆ ละ 2 ชั่วโมง

การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนทำแบบประเมิน FMCE ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ในการวิจัยนี้ใช้แบบประเมิน FMCE จำนวน 43 ข้อ จากทั้งหมด 47 ข้อ โดยเลือกข้อที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ จากนั้นนำคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นอย่างไร

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามรูปแบบของ Smith and Wittmann (2008) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับคำตอบของผู้เรียนต่อแบบประเมิน FMCE และแบ่งกลุ่มคำถามของแบบประเมินดังกล่าวออกเป็น 6 กลุ่ม (เฉพาะข้อที่เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่) ได้แก่ 1. แรงที่กระทำต่อเลื่อน (force sled) 2. การเคลื่อนที่กลับทิศทาง (reversing direction) 3. กราฟของแรง (force graphs) 4. กราฟของความเร่ง (acceleration graphs) 5. กฎข้อที่สามของนิวตัน (Newton III) และ 6. กราฟของความเร็ว (velocity graphs) วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียนจากแบบประเมิน FMCE ตาม 6 กลุ่มคำถามดังกล่าว โดยพิจารณาว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนในแต่ละข้อคือตัวเลือกใด เพื่อดูว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไรเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ เป็นแนวคิดที่ถูกหรือผิด โดยยึดตามกรอบของ Smith and Wittmann (2008) ตัวอย่างแนวคิดที่ผิดคือ แรงแปรผันตรงกับความเร็ว ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว แรง และความเร่งมีทิศทางเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ และสุดท้ายคือพิจารณาคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดหลังเรียนในแต่ละข้อว่าแนวคิดของนักเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนหรือไม่

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แสดงตามกลุ่มคำถาม 6 กลุ่ม ดังนี้

1. แรงที่กระทำต่อเลื่อน

กลุ่มคำถามนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเลื่อน (sled) ซึ่งเคลื่อนที่ในทิศทางเดียว (ซ้ายหรือขวา) โดยมีการเพิ่มหรือลดความเร็ว และให้นักเรียนเลือกแรงที่กระทำต่อเลื่อนตามตัวเลือกต่าง ๆ 7 ตัวเลือก (ตัวเลือก a – g) ตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมิน FMCE ข้อ 1 – 7 แสดงในตาราง 1 หากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงแปรผันตรงกับความเร็ว” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผิด หรือหากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงแปรผันตรงกับความเร่ง” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูก จากตารางพบ-

ว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ผิดคือ แรงแปรผันตรงกับความเร็ว ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนมากเลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น

ตาราง 1 ความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 1 – 7

ข้อที่	แรงแปรผันตรงกับความเร็ว	แรงแปรผันตรงกับความเร่ง	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	a	b	a (90%)	b (90%)
2	b	d	b (90%)	d (70%)
3	c,g	f	c (90%)	f (60%)
4	g	f	g (90%)	f (50%)
5	b	d	b (90%)	d (90%)
6	e,c	b	c (80%)	b,f (30%)
7	e	b	e (80%)	b (40%)

2. การเคลื่อนที่กลับทิศทาง

คำถามกลุ่มนี้ถามเกี่ยวกับวัตถุที่ถูกโยนขึ้นไปในอากาศ (หรือพื้นเอียง) และนักเรียนต้องเลือกแรงสุทธิที่กระทำต่อวัตถุ หรือความเร่งของวัตถุ ตามตัวเลือกต่าง ๆ 7 ตัวเลือก (ตัวเลือก a – g) ในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้นลงแบบอิสระ ตัวเลือกที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมิน FMCE ในข้อที่ 8 – 13 และ 27 – 29 แสดงในตาราง 2 หากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงและความเร่งมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่” หรือ “แรงหรือความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผิด และหากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงหรือความเร่งคงที่มีทิศลง” แสดงว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูก จากตาราง 2 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ผิดคือ “แรงและความเร่งมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่” และ “แรงหรือความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว”ซึ่งสังเกตได้จากตัวเลือกที่นักเรียนเลือกมากที่สุดก่อนเรียนในข้อต่าง ๆ ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ยกเว้นข้อที่ 9 12 และ 27 ที่นักเรียนส่วนมากยังตอบผิดอยู่

3. กราฟของแรง

กลุ่มคำถามนี้ถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีเนื้อหาเหมือนกับกลุ่มคำถามการเคลื่อนที่ของเลื่อนแต่นำเสนอในรูปแบบที่ต่างกัน คือ ในกลุ่มนี้นักเรียนต้องพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถของเล่นแล้วเลือกกราฟของแรงกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถของเล่นตามตัวเลือกต่าง ๆ 9 ตัวเลือก (ตัวเลือก a – h และ j) ตัวเลือกที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมิน FMCE ในข้อที่ 14 – 21 แสดงในตาราง 3 หากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงแปรผันตรงกับความเร็ว” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผิด และหากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงแปรผันตรงกับความเร่ง” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูก จากตาราง 3 พบว่า ก่อนเรียนนัก-

เรียนส่วนมากเลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ผิดคือ แรงแปรผันตรงกับความเร็ว โดยสังเกตได้จากตัวเลือกที่นักเรียนเลือกมากที่สุดก่อนเรียนในข้อที่ 14 และ 16 – 21 แต่ในข้อที่ 15 ไม่สามารถบ่งบอกถึงแนวคิดของนักเรียนได้ ส่วนหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ยกเว้นข้อ 20 ที่นักเรียนส่วนมากยังตอบผิดอยู่

ตาราง 2 แนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 8 – 13 และ 27 – 29

ข้อที่	แรงหรือความเร่งคงที่มีทิศลง	แรงและความเร่งมีทิศเดียวกันกับทิศการเคลื่อนที่	แรงหรือความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
				ก่อนเรียน	หลังเรียน
8	a	e,f,g	g	c (90%)	a (90%)
9	a	d	d	d (80%)	d (40%)
10	a	a,b,c	b	b (90%)	a (90%)
11	a	e,f,g	g	e (80%)	a (80%)
12	a	d	d	d (80%)	a,d (30%)
13	a	a,b,c	b	b (80%)	a (80%)
27	a	e,f,g	g	g (80%)	a (40%)
28	a	d	d	d (90%)	d (60%)
29	a	a,b,c	b	b (90%)	a (60%)

ตาราง 3 แนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 14 – 21

ข้อที่	แรงแปรผันตรงกับความเร็ว	แรงแปรผันตรงกับความเร่ง	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน
14	a	e	a (80%)	e (70%)
15	–	–	e (60%)	e (80%)
16	c	a	c (70%)	a (60%)
17	a,b	e	b (70%)	e (60%)
18	h	b	h (80%)	b,d (40%)
19	d	b	d (80%)	b (40%)
20	f	g	f (90%)	f (40%)
21	a,h	e	a (80%)	e (70%)

4. กราฟของความเร่ง

คำถามกลุ่มนี้ถามเกี่ยวกับความเร่งของรถที่มีการเคลื่อนที่หลากหลายรูปแบบ และนักเรียนต้องเลือกกราฟความเร่งกับเวลาที่เขาเชื่อว่าสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถในแต่ละสถานการณ์ตามตัวเลือกต่าง ๆ 8 ตัวเลือก (ตัวเลือก a – g และ j) ตัวเลือกที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมิน FMCE ในข้อที่ 22 – 26 แสดงในตาราง 4 ถ้านักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “ความเร่งแปรผันตรง

กับความเร็ว” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผิด และหากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แรงแปรผันตรงกับความเร่ง” แสดงว่า นักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวอยู่ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูก จากตาราง 4 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ผิด คือ ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว โดยสังเกตได้จากตัวเลือกที่นักเรียนเลือกมากที่สุดก่อนเรียนในข้อที่ 22 – 26 ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ยกเว้นข้อ 23 ที่นักเรียนส่วนมากยังตอบผิดอยู่

ตาราง 4 แนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 22 – 26

ข้อที่	แรงแปรผันตรงกับความเร่ง	ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน
22	a	e	e (60%)	a (50%)
23	b	g	g (90%)	g (50%)
24	c	b	b (80%)	c (50%)
25	b	f	f (70%)	b (60%)
26	c	a	a (80%)	c (60%)

5. กลุ่มคำถามกฎข้อที่สามของนิวตัน

กลุ่มคำถามกฎข้อที่สามของนิวตันเป็นกลุ่มคำถามเพียงกลุ่มเดียวที่สามารถบอกถึงแนวคิดที่ผิดสองแนวคิด คือ mass dependent model คือ วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน และ action dependent model คือ วัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุเมื่อมีการชนกัน จากตาราง 5 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีแนวคิดดังกล่าวทั้งสองแนวคิด โดยสังเกตจากคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด ซึ่งคำถามข้อที่ 30 และ 35 บ่งบอกว่านักเรียนมี mass dependent model ส่วนคำถามข้อที่ 31, 32, 34, 36, 37 และ 38 บ่งบอกว่า นักเรียนมี action dependent model ส่วนคำถามข้อที่ 33 และ 39 ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไร ภายหลังเรียนพบว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดในแต่ละข้อนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง คือ แรงที่วัตถุกระทำต่อกันในขณะที่มีการชนกันมีค่าเท่ากัน

6. กราฟของความเร็ว

คำถามกลุ่มนี้เป็นกลุ่มคำถามที่ให้นักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถ และเลือกกราฟความเร็วกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ดังกล่าว ตามตัวเลือกต่าง ๆ 9 ตัวเลือก (ตัวเลือก a – h และ j) ตัวเลือกที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมิน FMCE ในข้อที่ 40 – 43 แสดงในตาราง 6 หากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “ความสับสนระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา และกราฟการกระจัด-เวลา” แสดงว่า นักเรียนมีความสับสนดังกล่าวอยู่ และหากนักเรียนเลือกตอบตัวเลือกในคอลัมน์ “แนวคิดที่ถูก” แสดงว่า นักเรียนไม่มีความสับสนระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา และกราฟการกระจัด-เวลาจากตาราง 6 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความสับสนระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา กับกราฟการกระจัด-เวลา โดยสังเกตจากคำตอบส่วนใหญ่ก่อนเรียนและหลัง

ตาราง 5 แนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 30 – 39

ข้อที่	แรงเท่ากัน (คำตอบที่ถูก)	Mass dependent model	Action dependent model	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
				ก่อนเรียน	หลังเรียน
30	e	a	–	a (80%)	e (60%)
31	e	a	b	b (50%)	e (60%)
32	e	a	b	b (80%)	e (90%)
33	e	–	-	e (60%)	e (70%)
34	e	–	b	b (80%)	e (50%)
35	a	b	c	b (70%)	a (90%)
36	a	b	c	c,d (40%)	a (50%)
37	a	b	c	c (80%)	a (60%)
38	a	b	b,c	c (60%)	a (60%)
39	e	–	–	b (70%)	e (60%)

ตาราง 6 แนวคิดของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบประเมินข้อที่ 40 – 43

ข้อที่	แนวคิดที่ถูก	ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา และกราฟการกระจัด-เวลา	คำตอบที่นักเรียนตอบมากสุด	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน
40	a	d	a (60%)	a (80%)
41	f	g	f (80%)	f (90%)
42	b	c,h	b (60%)	b (70%)
43	d	–	d (60%)	d (80%)

เรียนเป็นคำตอบที่ถูก แต่หลังเรียนมีคำตอบที่ถูกเพิ่มขึ้น

สรุปและอภิปรายผล

จากคำตอบของนักเรียนที่ได้จากแบบประเมิน FMCE สามารถสรุปและอภิปรายผลตามกลุ่มดังนี้

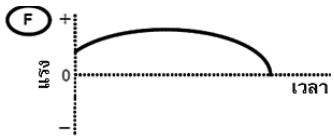
1. แรงที่กระทำต่อเลื่อน จากตาราง 1 จะเห็นว่า คำตอบก่อนเรียนในคำถามข้อที่ 1 – 5 และข้อที่ 7 นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดว่า แรงแปรผันตรงกับความเร็ว ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผิด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

ส่วนคำถามข้อที่ 6 ในผลการวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดให้ตัวเลือก e และ c คือคำตอบที่เป็นแนวคิดว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็ว ซึ่งคำถามข้อที่ 6 เป็นสถานการณ์ที่เลื่อนกำลังลดความเร็วอย่างสม่ำเสมอ และมีความเร่งไปทางขวา ผู้วิจัยได้แบ่งการพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ 1. หากนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับทิศทางความเร็วและความเร่ง เขาจะรู้ว่าเลื่อนกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย หากเขาเลือกตัวเลือก e คือ แรงมีทิศไปทางซ้ายและมีขนาดกำลังลดลง เขาจะมีแนวคิดว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็ว กล่าวคือ แรงลดลงความเร็วจะลดลงด้วย และ 2. หากนักเรียนมีความ

เข้าใจที่ผิด คือ คิดว่าความเร็วแปรผันตรงกับความเร่ง เขาต้องคิดว่าเลื่อนกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา ตัวเลือก c คือ แรงมีทิศไปทางขวาและมีขนาดที่กำลังลดลง จึงเป็นแนวคิดที่ว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็ว นั้นเอง ซึ่งจากตาราง 1 จะเห็นว่า ก่อนเรียนนักเรียนเลือกตัวเลือก c มากที่สุด ส่วนหลังเรียนคำตอบที่นักเรียนเลือกมากที่สุด คือ ตัวเลือก b (คำตอบที่ถูก) คิดเป็น 30% และตัวเลือก f (คำตอบที่ผิด) คิดเป็น 30% เท่ากัน ซึ่งอาจเป็นเพราะคำถามข้อนี้เป็นคำถามที่มีความยากและซับซ้อน ทำให้นักเรียนตอบถูกน้อย

2. การเคลื่อนที่กลับทิศทาง ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแนวคิดผิดว่า แรงและความเร่งมีทิศทางเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงหรือความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว แต่หลังจากผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น สังเกตได้จากคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดในแต่ละข้อส่วนมากเป็นคำตอบที่ถูก แต่ก็ยังมีคำถามบางข้อที่นักเรียนส่วนมากยังตอบไม่ถูก คือข้อ 9, 12 และ 28 โดยทั้งสามข้อนี้เป็นสถานการณ์ที่วัตถุกำลังอยู่ที่จุดสูงสุดทั้งหมด (วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นและลงในแนวดิ่ง) และนักเรียนส่วนมากเลือกตอบว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ที่เป็นเช่นนี้เพราะนักเรียนอาจนึกถึงสถานการณ์ที่วัตถุกำลังหยุดนิ่งอยู่บนพื้นราบ ซึ่งมีความเร็วเป็นศูนย์ ทำให้ความเร่งเป็นศูนย์ และแรงที่กระทำจะเป็นศูนย์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงไปยังวัตถุที่กำลังอยู่ที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่มีความเร็วเป็นศูนย์เช่นกัน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่พบประเด็นคำถามเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนอาจเกิดความสับสนได้

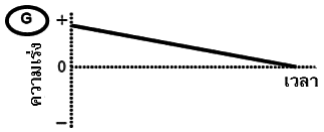
3. กราฟของแรง จากตาราง 3 พบว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียน ในข้อที่ 14 และ 16 – 21 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ว่า แรงแปรผันตรงกับความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) ส่วนข้อที่ 15 ไม่สามารถบ่งบอกถึงแนวคิดของนักเรียนได้ เพราะสถานการณ์ในข้อนี้เป็นสถานการณ์ที่รถหยุดนิ่ง ซึ่งไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดแรงแปรผันตรงกับความเร็วหรือแรงแปรผันตรงกับความเร่ง) ก็ตาม นักเรียนต้องตอบตัวเลือก e (แรงที่กระทำเป็นศูนย์) ซึ่งจะเห็นว่าทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนคำตอบที่มากที่สุดในข้อนี้ คือ ตัวเลือก e เหมือนกัน และหลังจากผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แล้วผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ “แรงและการเคลื่อนที่” มากขึ้น แต่ก็มีบางข้อที่คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่ายังมีแนวคิดที่ผิด คือ ข้อ 20 (เป็นสถานการณ์ที่รถกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นและช้าลง) อาจเนื่องมาจากเป็นคำถามยากที่สุดในกลุ่มคำถามนี้ และเมื่อพิจารณาคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดในข้อนี้คือตัวเลือก f แล้ว (ภาพที่ 1) พบว่า กราฟในตัวเลือกนี้อาจทำให้นักเรียนมีความสับสนระหว่างกราฟของแรง-เวลา และกราฟของความเร็ว-เวลา จึงทำให้นักเรียนตอบถูกน้อยในข้อนี้



ภาพที่ 1 ตัวเลือก f ในแบบประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 14 – 21

4. กราฟของความเร่ง จากตาราง 4 จะพบว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนแสดงเห็นถึงแนวคิดของนักเรียนว่า ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

Smith and Wittmann (2008) ส่วนหลังเรียนคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดในแต่ละข้อ ส่วนใหญ่แสดงเห็นถึงแนวคิดที่ถูก ยกเว้นข้อ 23 ที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดว่า ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว โดยคำตอบของนักเรียนส่วนมากในข้อนี้คือตัวเลือก g (ภาพที่ 2) อาจเนื่องมาจากในแบบประเมิน FMCE มีคำถามที่เกี่ยวกับกราฟแรงกับเวลา ความเร่งกับเวลา และความเร็วกับเวลาจำนวนมาก จึงทำให้นักเรียนอาจเกิดความสับสนขึ้นได้ ซึ่งกรณีของข้อ 23 นี้ เป็นไปได้ว่า นักเรียนส่วนมากอาจเกิดความสับสนระหว่างกราฟความเร่งกับเวลา และกราฟความเร็วกับเวลา จึงทำให้นักเรียนส่วนมากเลือกตอบข้อ g



ภาพที่ 2 ตัวเลือก g ในแบบประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ข้อที่ 22 – 26

5. กฎข้อที่สามของนิวตัน จากตาราง 5 พบว่า ก่อนเรียนในคำถามข้อที่ 30 และ 35 บ่งบอกว่า นักเรียนมี mass dependent model ส่วนคำถามข้อที่ 31, 32, 34, 36, 37 และ 38 บ่งบอกว่านักเรียนมี action dependent model ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) ส่วนคำถามข้อที่ 33 และ 39 ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไร เนื่องจากข้อที่ 33 เป็นสถานการณ์การชนกันของวัตถุที่มีทั้งความเร็วและมวลเท่ากัน ซึ่งไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดแบบใดต้องตอบตัวเลือก e (แรงเท่ากัน) อยู่แล้ว จึงไม่สามารถบ่งบอกแนวคิดในข้อนี้ได้ ส่วนข้อ 39 เป็นสถานการณ์ที่คน 2 คน คือ บ็อบกับจิมออกแรงกระทำต่อกัน ซึ่งสาเหตุที่บ่งบอกแนวคิดของนักเรียนในข้อนี้ไม่ได้เป็นเพราะไม่ว่านักเรียนมีแนวคิดแบบใดต้องตอบว่า บ็อบออกแรงกระทำมากกว่า (ตัวเลือก b และ d) เพราะบ็อบเป็นทั้งคนที่ถีบจิม และมีมวลมากกว่าจิม ข้อนี้จึงไม่สามารถบ่งบอกแนวคิดได้ ส่วนหลังเรียนนั้น พบว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดในแต่ละข้อนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง คือ แรงที่วัตถุกระทำต่อกันในขณะที่มีการชนกันมีค่าเท่ากัน แสดงว่า หลังการผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการทดลองเรื่อง “แรงและการเคลื่อนที่” ร่วมกับการสอนแบบ peer instruction นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกมากขึ้น

6. กราฟของความเร็ว จากงานวิจัยของ Smith and Wittmann (2008) พบว่า นักเรียนส่วนมากสับสนระหว่างกราฟความเร็ว-เวลา กับกราฟการกระจัด-เวลา แต่ในงานวิจัยนี้ไม่พบความสับสนดังกล่าว ซึ่งคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดก่อนเรียนและหลังเรียนในทุกข้อจะเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกหลังเรียนมีจำนวนมากกว่า ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากคำถามกลุ่มนี้เป็นคำถามที่ง่ายที่สุดในกลุ่มคำถามที่เกี่ยวกับกราฟ และนักเรียนได้เรียนเนื้อหาเหล่านี้มาแล้วในเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนยังคงมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องฝังลึกอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่รายงานว่า นักเรียนแต่ละคนมีความคิดหรือ ความเชื่อเดิมอยู่แล้ว หากความคิดหรือความเชื่อเดิมขัดแย้งกับแนวคิดวิทยาศาสตร์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ยากขึ้น (Duit and Treagust 1995; Gilbert and Watts 1983; Driver, Guesne and Tiberghien, 1985) เมื่อสัมภาษณ์เพิ่มเติม คำอธิบายของนักเรียนยิ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจไม่ถูกต้อง เช่น แรงคงที่จะทำให้วัตถุมีความเร็ว

คงที่ และหากไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะหยุดนิ่ง (Trowbridge and McDermott, 1980)

เอกสารอ้างอิง

Arphonpisan, P. (2005). **Development of an Experimental Set on Motion in Magnetic Field for the Forth Key Stage Students in Changwat Nakhonpathom**. M.Ed. in Science Education. Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Boonpasawai, S. (1991). Problem solving and conception in teaching Physics. **IPST magazine** 7(3): 19–21. (in Thai)

Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (1985). **Children's Ideas in Science**. Oxfordshire, UK: Open University Press.

Duit, R., and Treagust, D. F. (1995). Students' conceptions and constructivist teaching approaches. In B. J. Fraser, and Walberg, H. J. **Improving Science Education** (pp. 46-69). Chicago: The National Society for the Study of Education.

Fagen, A. D., Crouch, C. H., and Mazur, E. (2002). Peer instruction: Results form a range of classroom. **The Physics Teacher** 40: 206– 209.

Gilbert, J. K., and Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. **Study in Science Education** 10(1): 61–98.

Mazur, E. (1997). **Peer Instruction: A User's Manual**. New Jersey, USA: Upper Saddle River.

National Institute of Educational Testing Service [NIETS] (2012). **Score for Ordinary National Education Test of Mathayom Suksa VI Students**, Bangkok: Author. (in Thai)

Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A., and Christian, W. (1999). **Just-in-time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**. New Jersey, USA: Prentice-Hall Upper River.

Pooranachote, T. (1994). **Modern Methods for Teaching Science**. Bangkok: Chula longkorn University. (in Thai)

Smith, T. I., and Wittmann, M. C. (2008). Applying a resources framework to analysis of the Force and Motion Conceptual Evaluation. **Physical Review Special Topics – Physics Education Research** 4: 1–12.

Sokoloff, D. R., and Thornton, P. K. (1997). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. **The Physics Teacher** 35(6): 340.

Trowbridge, D. E., and McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. **American journal of Physics** 48(12): 1020–1028.