

การปรับเปลี่ยนมโนคติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการ  
การเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์  
**Conceptual Change on Force and Laws of Motion  
through Web-based Learning Management Developed  
Base on Constructivist Theory**

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์<sup>1</sup> ดร.ทศนีย์ บุญเติม<sup>2</sup> ดร.สุมาลี ชัยเจริญ<sup>3</sup> ดร.ไพศาล สุวรรณน้อย<sup>4</sup>  
Niwat Srisawasdi, Dr.Tassanee Bunterm, Dr.Sumalee Chaijarean and Dr.Paisan Suwannoi

---

### ABSTRACT

The purposes of the present research was to study the students' conceptual understanding of concepts, their conceptual change as a consequence of studying the physics subject of "The Force and Laws of Motion", and their opinions about web-based learning management developed base on constructivist theory as organized for them. The target group consisted of 44 grade-10 students in the Demonstration School of the Faculty of Education, Khon Kaen University during the first semester of the 2004 academic year. The study employed a One-Group Pretest-Posttest Design research procedure. The collected quantitative data were analyzed by means of computing percentage and comparing the pretest scores with the posttest ones. The qualitative data, on the other hand, were analyzed following the idea of Hestence et. al.(1992) for conceptual understanding, and following the idea of Dykstra et. al. (1992) about conceptual change. The findings:

1) At the pre-learning stage the students possessed an alternative conceptions of all the four concepts in the subject of "The Force and Laws of Motion". However, after being taught the subject through the web-based learning management developed base on constructivist theory, it was found that they showed scientific conceptions better than before and their posttest average achievement score was higher than the pretest one.

2) The students showed significant conceptual change in 3 types according to Dykstra et. al. The conceptual change found among the students was the differentiation that most found for laws of motion and kinematics concepts which accounted for 86.36, 70.45, 70.45 and 59.09%, respectively. The other changes, was the class extension that most found for kinematics and laws of motion concepts which accounted for 50.00, 31.81, 15.90 and 6.81%, respectively and was the reconceptualization that most found for third

---

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

<sup>2,4</sup> ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Secondary Education, Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

<sup>3</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Technology Education, Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

law of motion concept, kinematics concept, second law and first law of motion concepts which accounted for 34.09, 20.45, 15.90 and 9.09%, respectively.

3) As regards the students' opinions about the web-based learning management developed base on constructivism theory, it was found that they expressed an "agreeable" level of opinion on the aspects of subject content, web-base learning, and learning environment according to the constructivism theory which account for 63.64%, 63.67% and 60.32%, respectively.

**Keywords:** Constructivist Web-Based Learning Management, Conceptual Change, Conceptual Understanding, Student's Opinion, Force and laws of motion

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิด การปรับเปลี่ยนมโนคติและความคิดเห็นของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 44 คน รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยหาค่าร้อยละและเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้กรอบแนวคิดของ Hestence et. al. (1992) ในการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติ และใช้กรอบแนวคิดของ Dykstra et. al. (1992) ในการวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนมโนคติ ผลการวิจัยพบว่า

1) ก่อนเรียนผู้เรียนมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่อยู่ที่ 4 มโนคติที่ศึกษา แต่หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมแล้วพบว่าผู้เรียนมี

ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2) ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนมโนคติทั้ง 3 ลักษณะตามกรอบแนวคิดของ Dykstra et. al. โดยพบการปรับเปลี่ยนมโนคติที่เป็นลักษณะการปรับปรุงความเข้าใจ (Differentiation) มากที่สุดในมโนติกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1, 2, 3 และมโนติจลนศาสตร์ โดยคิดเป็นร้อยละ 86.36, 70.45, 70.45 และ 59.09 ตามลำดับ เป็นลักษณะการขยายชั้นความเข้าใจ (Class Extension) มากที่สุดในมโนติจลนศาสตร์ และมโนติกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1, 2 และ 3 โดยคิดเป็นร้อยละ 50.00, 31.81, 15.90 และ 6.81 ตามลำดับ และเป็นลักษณะการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (Reconceptualization) มากที่สุดในมโนติกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 มโนติจลนศาสตร์ มโนติกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 และ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 34.09, 20.45, 15.90 และ 9.09 ตามลำดับ

3) ในส่วนของความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นในระดับ "เห็นด้วย" ด้านเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะสื่อการเรียนรู้อ

บนเครือข่าย และด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม โดยคิดเป็น ร้อยละ 63.64, 63.67 และ 60.32 ตามลำดับ

### บทนำ

โลกปัจจุบันได้ก้าวเข้าสู่ยุคโลกาภิวัตน์อย่างรวดเร็ว ด้วยอิทธิพลของความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านการสื่อสาร โทรคมนาคม และเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีเครือข่ายโยงใยไปทั่วโลก ทำให้สังคมปัจจุบันเป็นสังคมแห่งข่าวสารข้อมูล มีความรู้ใหม่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวดเร็วและมากมาย จึงทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องแสวงหาความรู้และเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา รู้จักใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศต่างๆ ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ดังนั้นการจัดการศึกษาของไทยจะต้องเตรียมคนให้เหมาะสมและสอดคล้องตามบริบทของสังคมโลกและสังคมไทยในอนาคต ดังจะเห็นได้จากการจัดทำพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ซึ่งให้หลักคิดเรื่องความสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ในการพัฒนาประเทศในการปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อผู้เรียน โดยมุ่งพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ ความคิด ความประพฤติก และคุณธรรมของคน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนจึงต้องเกิดจากสภาพที่แท้จริงและเน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนพัฒนาการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ต้องเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้จากการเรียนรู้ที่มุ่งฟังผู้อื่นในการให้ความรู้แก่ตนเพื่อตนเองสู่กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพึ่งพาตนเองในการสร้างความรู้เพื่อพัฒนา

ตนเองจนเป็นที่พึ่งพาของผู้อื่น ทั้งนี้ต้องมีการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมและสภาพแวดล้อมของตนเอง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของวิชาเป็นวิชาที่มีเนื้อหาที่ต่อเนื่องเชื่อมโยง ซับซ้อนและหลายเรื่องมีลักษณะเป็นนามธรรมที่เข้าใจได้ยาก จึงนำไปสู่ปัญหา คือ การที่ผู้เรียนเกิดความเข้าใจโมโนมิติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conceptions) และจากการศึกษาเชิงสำรวจเกี่ยวกับความเข้าใจพื้นฐานของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ในช่วงปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยศึกษากับกลุ่มผู้เรียนที่กำลังจะเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งจะได้เริ่มเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 228 คน ผลจากการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจโมโนมิติที่คลาดเคลื่อนในมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากวรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเช่นเดียวกัน

วิธีการหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรองในความเชื่อหรือความเข้าใจต่างๆ ของตนเอง เพื่อที่จะสนับสนุนในกระบวนการของการปรับเปลี่ยนความเชื่อหรือความเข้าใจโมโนมิติที่คลาดเคลื่อนเหล่านั้น คือ วิธีการตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งเป็นแนวทางในการที่จะอธิบายการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากสิ่งที่ผู้เรียนได้นำเสนอผ่านความเชื่อและประสบการณ์เดิมของตนเอง (Dykstra, 1992) และเป็นแนวทางที่สามารถปรับเปลี่ยนความ

เข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ (Adam, 1997) โดยจุดสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จะก่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนมโนคตินั้น จะไม่บรรลุผลสำเร็จได้ถ้าปราศจากการเกิดการเสียดสมคูลทางปัญญา ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียนและสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิติซึมที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยการก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเรียกว่าเกิดการเสียดสมคูลทางปัญญาแล้ว ผู้เรียนจะต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สถานะที่สมดุลหรือเกิดการเรียนรู้ นั่นเอง ดังนั้นการเรียนรู้จึงรวมไปถึงการก่อร่างและการปรับโครงสร้างใหม่ในมโนคติของผู้เรียน (Driver & Oldham, 1986) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีคุณลักษณะที่ตอบสนองต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ อีกทั้งสามารถควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนเองได้ตามต้องการและตามความสามารถของแต่ละบุคคล และสร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์โดยการร่วมมือกันเรียนรู้ มีแหล่งข้อมูลมากมายหลากหลายรูปแบบ โดยอาศัยคุณลักษณะของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) อีกทั้งเป็นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา และยังเป็นการส่งเสริมความเข้าใจในมโนคติและส่งผลต่อการ

ปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน (Vosniadou, 2001)

ดังนั้นแล้วจากคุณลักษณะต่างๆ ของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจในมโนคติและส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน และวิธีการตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิติซึม ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิติซึม เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติ การปรับเปลี่ยนมโนคติ และความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์และข้อค้นพบต่างๆ จากการวิจัยมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาให้เหมาะสมกับผู้เรียนและมีประสิทธิภาพต่อไป

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติ (Conceptual Understanding) เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของผู้เรียน
2. เพื่อศึกษาการปรับเปลี่ยนมโนคติ (Conceptual Change) ของผู้เรียน
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาขึ้น

#### ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของมโนคติหลักที่ศึกษา กำหนดเฉพาะมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ใน 4 มโนคติ ได้แก่ มโนคติ จลนศาสตร์ และมโนคติกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1,2 และ 3 ของนิวตัน

## กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาพื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจมโนคติที่มีอยู่เดิม (Preconceptions) รวมทั้งศึกษากรอบแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวกับคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) คอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม (Social Constructivism) การเรียนรู้บนเครือข่าย (Web-based Learning) และการปรับเปลี่ยนมโนคติ (Conceptual Change) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมให้เหมาะสมกับระดับสติปัญญาและความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน แล้วศึกษาผลที่เกิดขึ้นต่อผู้เรียน ได้แก่ ความเข้าใจมโนคติ การปรับเปลี่ยนมโนคติ และความคิดเห็นของผู้เรียน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนคติและการปรับเปลี่ยนมโนคติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
3. เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของผู้เรียน
4. เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการ

จัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

## วิธีดำเนินการวิจัย

### รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design)

### กลุ่มเป้าหมาย

ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 44 คน

### เครื่องมือการวิจัย

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1) แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ที่ออกแบบให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องตามกรอบแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญาของ Piaget และกรอบแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมของ Vygotsky จำนวน 4 แผน และ 2 คาบเรียน รวมเป็นทั้งสิ้น 8 คาบเรียน

1.2) สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำกรอบแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญาของ Piaget และกรอบแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมของ Vygotsky มาประยุกต์ใช้เป็นฐานในการออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ โดยประสานร่วมกับคุณลักษณะของสื่อ (Media Attribution) และนำมาออกแบบให้มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่สอดคล้องตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

## 2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1) แบบทดสอบความเข้าใจโมมติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อน เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยปรับปรุงและพัฒนา มาจากแบบทดสอบความเข้าใจโมมติ เรื่องแรงของ Hestence et. al. (1992)

2.2) แบบสำรวจความคิดเห็นผู้เรียน เป็นแบบสำรวจแบบประมาณค่าและแบบ ปลายเปิด แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา สำหรับการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะสื่อการเรียนรู้ บนเครือข่าย และด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

2.3) แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน เป็นแบบ สัมภาษณ์ประเภทไม่กำหนดโครงสร้าง เป็นการ สัมภาษณ์เชิงลึกจากข้อมูลโปรโตคอลที่ได้จาก การบันทึกภาพวิดีโอทัศนและบันทึกเสียงในขณะที่ ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ โดยศึกษาจากหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนโมมติ แล้วนำมาวิเคราะห์เป็นกรอบเพื่อใช้ในการ สัมภาษณ์

2.4) กล้องถ่ายภาพวิดีโอทัศนและเครื่อง บันทึกเสียง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล ด้วยตนเอง ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) โดยมีขั้นตอนในการ รวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

(1) นำแบบทดสอบความเข้าใจโมมติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ไปทำการทดสอบ ก่อนเรียน (Pretest) ล่วงหน้ากับผู้เรียนเป็น ระยะเวลา 2 สัปดาห์ก่อนดำเนินการจัดการ เรียนรู้ (6 ส.ค. 2547)

(2) ทำการทดลองโดยดำเนินการจัด การเรียนรู้ในชั้นเรียน จำนวน 4 ครั้ง เป็นระยะ เวลา 8 คาบเรียน ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ (11-20 ส.ค. 2547) โดยแบ่งผู้เรียนทั้งหมดใน ชั้นเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย พร้อมทั้งบันทึกภาพ วิดีทัศน์และบันทึกเสียงการสนทนาในขณะที่ ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการ เรียนรู้

(3) หลังจากจบบทเรียนทั้งหมดตาม แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำ แบบทดสอบความเข้าใจโมมติเพื่อทดสอบหลัง เรียน (Posttest) (27 ส.ค. 2547)

(4) ตรวจสอบคำตอบเพื่อจัดกลุ่มคำตอบและ ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับ การทดสอบความเข้าใจโมมติ

(5) ให้ผู้เรียนตอบแบบสำรวจความคิดเห็น เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (30 ส.ค. 2547)

(6) สัมภาษณ์เชิงลึกผู้เรียนเกี่ยวกับการ ปรับเปลี่ยนโมมติ โดยทำการสัมภาษณ์ เป็นรายบุคคล (31 ส.ค.-5 ก.ย. 2547)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิง คุณภาพ โดยนำเสนอตามตัวแปรที่ศึกษา ดังต่อไปนี้

(1) ความเข้าใจโมมติของผู้เรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

(1.1) ตรวจสอบคำตอบผู้เรียนใน แบบทดสอบความเข้าใจโมมติ เรื่องแรงและ กฎการเคลื่อนที่ โดยใช้กรอบแนวคิดของ

Hestence et. al. ในการอธิบาย ทัศนคติ ความ สรूप ความและจัดกลุ่มคำตอบที่เป็นลักษณะความ เข้าใจ โนมติของผู้เรียนแต่ละคนตามมโนคติที่ ศึกษา และคำนวณหาค่าสถิติร้อยละของจำนวน ผู้เรียนในแต่ละความเข้าใจ โนมติ

(1.2) ให้คะแนนคำตอบของผู้เรียนแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ พัฒนาขึ้นและใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความ เข้าใจ โนมติเฉลี่ยของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน

(2) การปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน

(2.1) ถอดโปรโตคอลที่ได้ใน ขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ พร้อมทั้ง สัมภาษณ์ผู้เรียนหลังเรียน และวิเคราะห์ โปรโตคอล โดยใช้กรอบแนวคิดของ Dykstra et. al. ในการอธิบาย ทัศนคติ และสรूप ความเกี่ยวกับลักษณะการปรับเปลี่ยนมโนคติ

(2.2) ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน ที่ได้จากแบบทดสอบความเข้าใจ โนมติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้กรอบแนวคิด ของ Dykstra et. al. ในการอธิบาย ทัศนคติ และ สรूपความเกี่ยวกับลักษณะการปรับเปลี่ยน มโนคติและคำนวณหาค่าสถิติร้อยละของจำนวน ผู้เรียนที่มีการปรับเปลี่ยนมโนคติในแต่ละ มโนคติที่ศึกษา

(3) ทัศนคติเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

(3.1) ตรวจสอบความคิดเห็น ของผู้เรียนที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็น คำนวณหาค่าสถิติร้อยละของจำนวนผู้เรียนใน

แต่ละประเด็นความคิดเห็นและวิเคราะห์ข้อมูล โดยการอธิบาย ทัศนคติ สรूपความ

## ผลของการวิจัย

1. ผลการศึกษาความเข้าใจ โนมติ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

(1.1) ลักษณะความเข้าใจ โนมติ พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทั้งที่เป็น ความเข้าใจ โนมติที่ถูกต้อง (Scientific Conceptions) และความเข้าใจ โนมติ ที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conceptions) แต่ หลังจากที่ได้รับจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมแล้ว พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติหลังเรียนที่เป็น ลักษณะความเข้าใจ โนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจ โนมติที่ถูกต้องมากขึ้น (Table 1)

(1.2) คะแนนความเข้าใจ โนมติ พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนความเข้าใจ โนมติเฉลี่ยของการ ทดสอบหลังเรียนมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของการ ทดสอบก่อนเรียน ดังตารางนี้

ผลการทดสอบ	จำนวน (คน)	$\bar{X}$	S.D.
คะแนนก่อนเรียน	44	13.16	2.78
คะแนนหลังเรียน	44	22.39	2.95

2. ผลการศึกษาการปรับเปลี่ยนมโนคติ แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

(2.1) การปรับเปลี่ยนมโนคติจากการ วิเคราะห์โปรโตคอล

พบว่าผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนมโนคติ ใน 3 ลักษณะ ได้แก่ การปรับปรุงความเข้าใจ (Differentiation) (Figure 1), การขยายชั้น ความเข้าใจ (Class Extension) (Figure 2)

และการเปลี่ยนแปลงกรอบความเข้าใจ (Reconceptualization) (Figure 3) ดังนี้

(1) การปรับปรุงความเข้าใจ เป็นการปรับเปลี่ยนมโนคติที่เกิดขึ้น เมื่อมโนคติใหม่เกิดขึ้นมาจากมโนคติที่มีอยู่เดิม โดยที่มีความสอดคล้องกันกับมโนคติที่มีอยู่เดิมและได้เป็นมโนคติที่กว้างขึ้น

(2) การขยายชั้นความเข้าใจ เป็นการปรับเปลี่ยนมโนคติที่เกิดขึ้น เมื่อมโนคติที่มีอยู่เดิมถูกพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างกัน แล้วผลจากการเปรียบเทียบที่พบนั้นสามารถนำมาจัดกลุ่มเป็นมโนคติย่อยที่สอดคล้องกับมโนคติเดิมได้

(3) การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ เป็นการปรับเปลี่ยนมโนคติที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในความสัมพันธ์กันระหว่างมโนคติย่อยของมโนคติที่มีอยู่เดิม

และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียน ทำให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติของตนเองในกระบวนการของการร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaborative Learning) เพื่อแก้ปัญหา และภายในสิ่งแวดล้อมของการสอนแนะ (Coaching) โดยผู้สอนและผู้ช่วยสอนในการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

**(2.2) การปรับเปลี่ยนมโนคติจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากคำตอบของผู้เรียน**

พบว่าผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายมีการปรับเปลี่ยนมโนคติทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ การปรับปรุงความเข้าใจ, การขยายชั้นความเข้าใจ และการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ ซึ่งพบในการเรียนรู้มโนคติจลนศาสตร์ โดยคิดเป็นร้อยละ

59.09, 50.00 และ 20.45 มโนคติถูกการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน คิดเป็นร้อยละ 86.36, 31.81 และ 9.09 มโนคติถูกการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน คิดเป็นร้อยละ 86.36, 31.81 และ 9.09 และมโนคติถูกการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน คิดเป็นร้อยละ 70.45, 6.81 และ 34.09 ตามลำดับ

### 3.ความคิดเห็นของผู้เรียน

พบว่าโดยส่วนมากแล้วผู้เรียนมีความคิดเห็นในระดับ “เห็นด้วย” เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ทั้งด้านเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะสื่อการเรียนรู้บนเครือข่าย และด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม โดยคิดเป็นร้อยละ 63.64, 63.67 และ 60.32 ตามลำดับ และในส่วนที่เป็นความคิดเห็นปลายเปิดของผู้เรียน สามารถสรุปผลแต่ละด้านได้ว่า (1) ด้านเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียนมีการอธิบายอย่างชัดเจน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และทำให้สามารถลำดับความคิดได้ (2) ด้านคุณลักษณะสื่อการเรียนรู้บนเครือข่าย ส่งเสริมความเข้าใจมากขึ้น โดยสามารถที่จะทำความเข้าใจได้โดยไม่ต้องจินตนาการเอง และสามารถค้นหา ข้อมูลได้ง่ายและสะดวก และ (3) ด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สนับสนุนต่อการเรียนรู้อย่างอิสระ ส่งเสริมการคิดด้วยตนเอง และส่งเสริมต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เรียนเป็นอย่างดี



**Table 1** Student's pre-conceptions and post-conceptions on force and laws of motion.

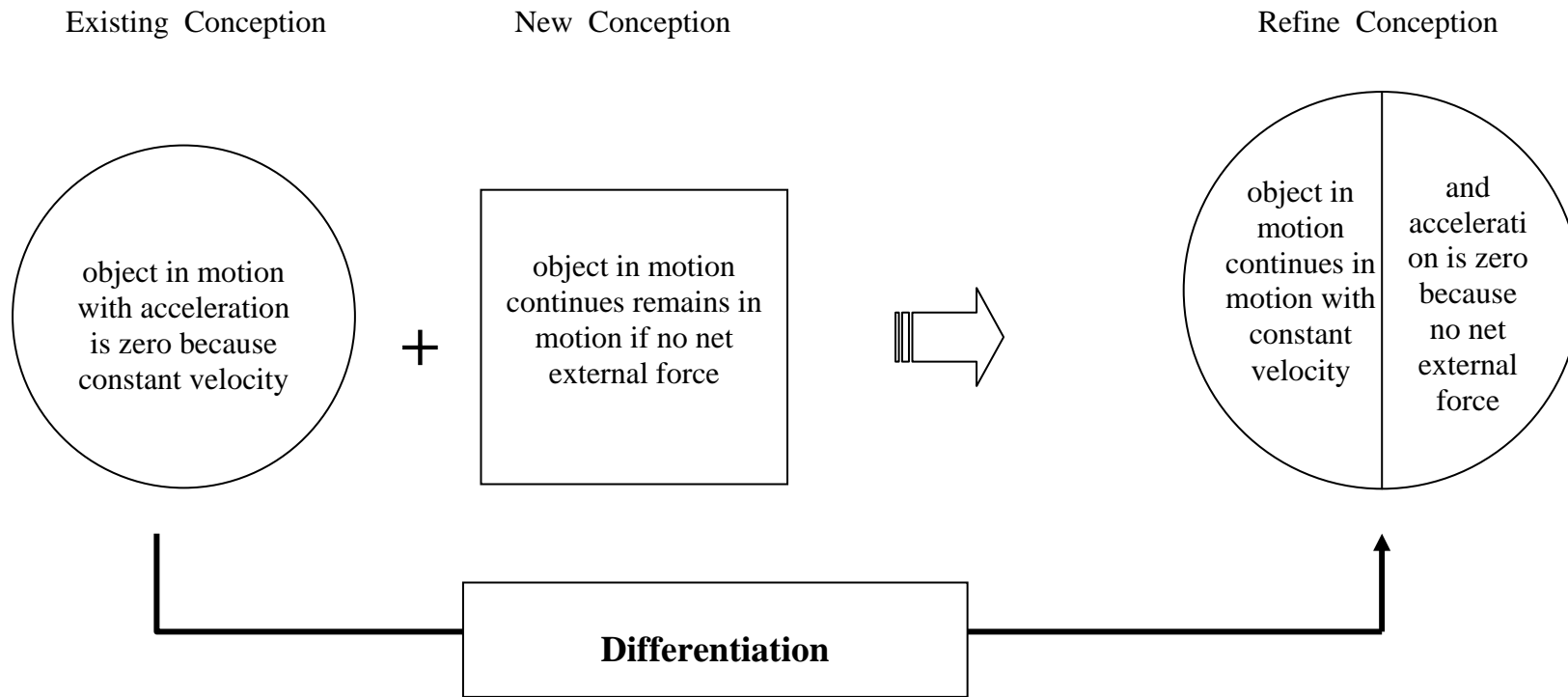
Pre-conceptions	Student		Post-conceptions	Student	
	n	%		n	%
<b>Kinetics Concept</b>					
distance			speed		
determines velocity*	37	84.09	discriminated from distance	44	100.00
determines acceleration*	16	36.36	velocity		
speed			discriminated from displacement	44	100.00
determines acceleration *	32	72.73	reduce causes deceleration	42	95.45
constant implies no velocity*	23	52.27	acceleration		
velocity			discriminated from velocity	44	100.00
determination for acceleration	32	72.73	determines velocity*	7	15.91
discriminated from time*	9	20.45	entail changing velocity	44	100.00
constant implies constant acceleration*	21	47.73			
reduce caused deceleration	7	15.91			
acceleration					
determines velocity *	33	75.00			
constant implies no acceleration *	19	43.18			
<b>First law of motion concept</b>					
net force is zero			net force is zero		
at rest	40	90.91	at rest	44	100.00
constant velocity	34	77.27	constant velocity	42	95.45
constant velocity			constant velocity		
several active force are equal to zero	12	27.27	several active force are equal to zero	42	95.45
no acceleration	26	59.09	no acceleration	43	97.73
continues active force *	18	40.91	no any active force *	3	6.82
no any active force*	13	29.54			

**Table 1** Student's pre-conceptions and post-conceptions on force and laws of motion. (con.)

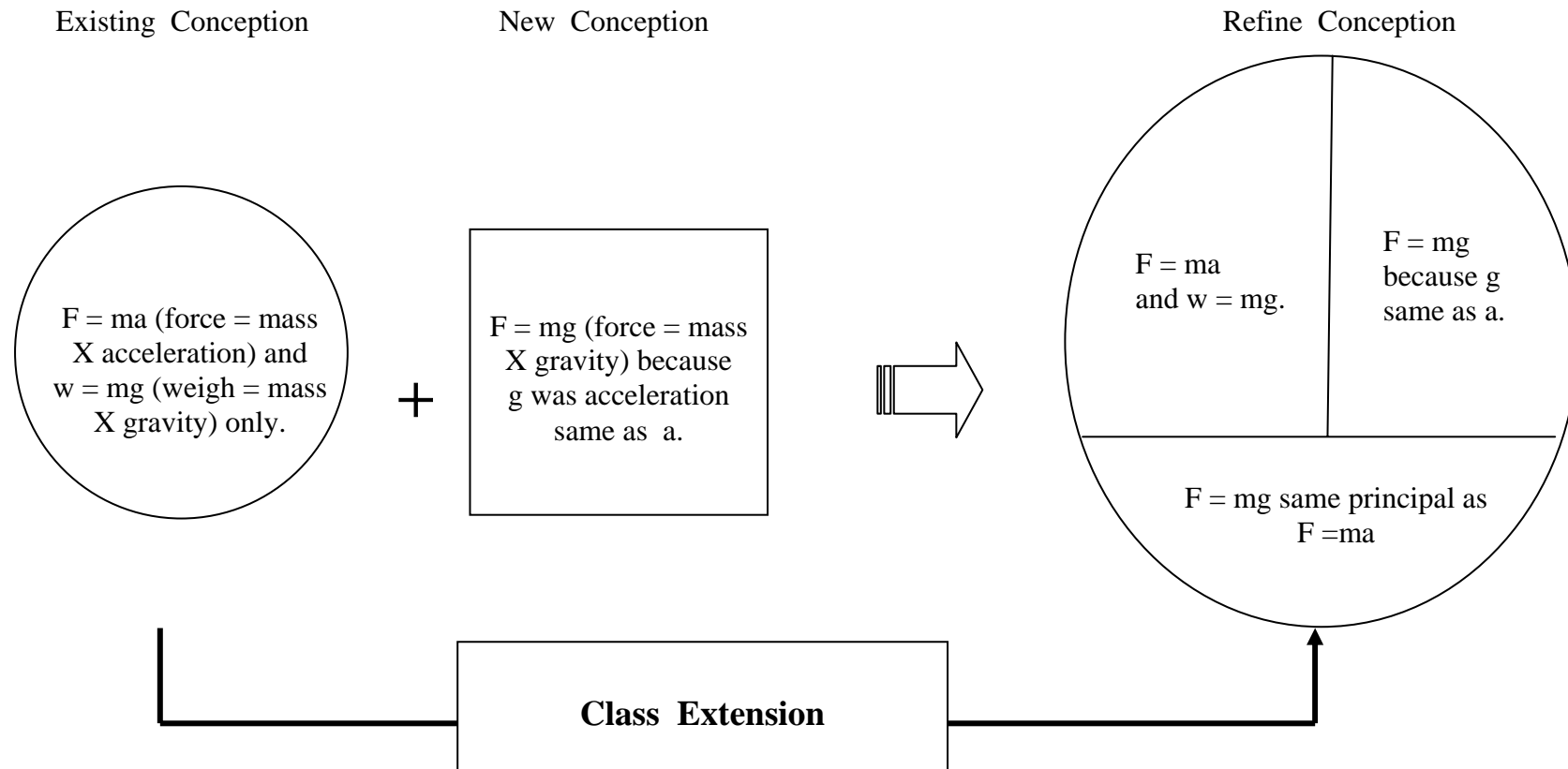
Pre-conceptions	Student		Post-conceptions	Student	
	n	%			n
<b>First law of motion concept (con.)</b>					
at rest			at rest		
no any active force *	43	97.93	no any active force *	5	11.36
inertia			inertia		
loss of inertia*	15	34.09	depends on mass	44	100.00
inertia dissipation*	13	29.54	loss of inertia *	8	18.18
			inertia dissipation *	5	11.36
<b>Second law of motion concept</b>					
mass is inversely proportional with acceleration	12	27.27	mass is inversely proportional with acceleration	44	100.00
force is directly proportional with mass	8	18.18	force is directly proportional with mass	44	100.00
force is directly proportional with acceleration	21	47.73	force is directly proportional with acceleration	44	100.00
no motion implies no force*	37	84.09	force causes motion	44	100.00
motion implies active force*	41	93.18	velocity directly proportional to applied force*	3	6.82
force causes motion	42	95.45	acceleration causes motion*	1	2.27
velocity directly proportional to applied force*	18	40.91			
acceleration cause motion*	12	27.27			
<b>Third law of motion concept</b>					
action = reaction			action = reaction		
same magnitude	40	90.91	same magnitude but opposite directions	44	100.00
cause at rest*	36	81.82	act different object	44	100.00
zero total force*	24	54.55	depends on mass*	2	4.54
depends on mass*	37	84.09			

**Note** signal \* = alternative conception.

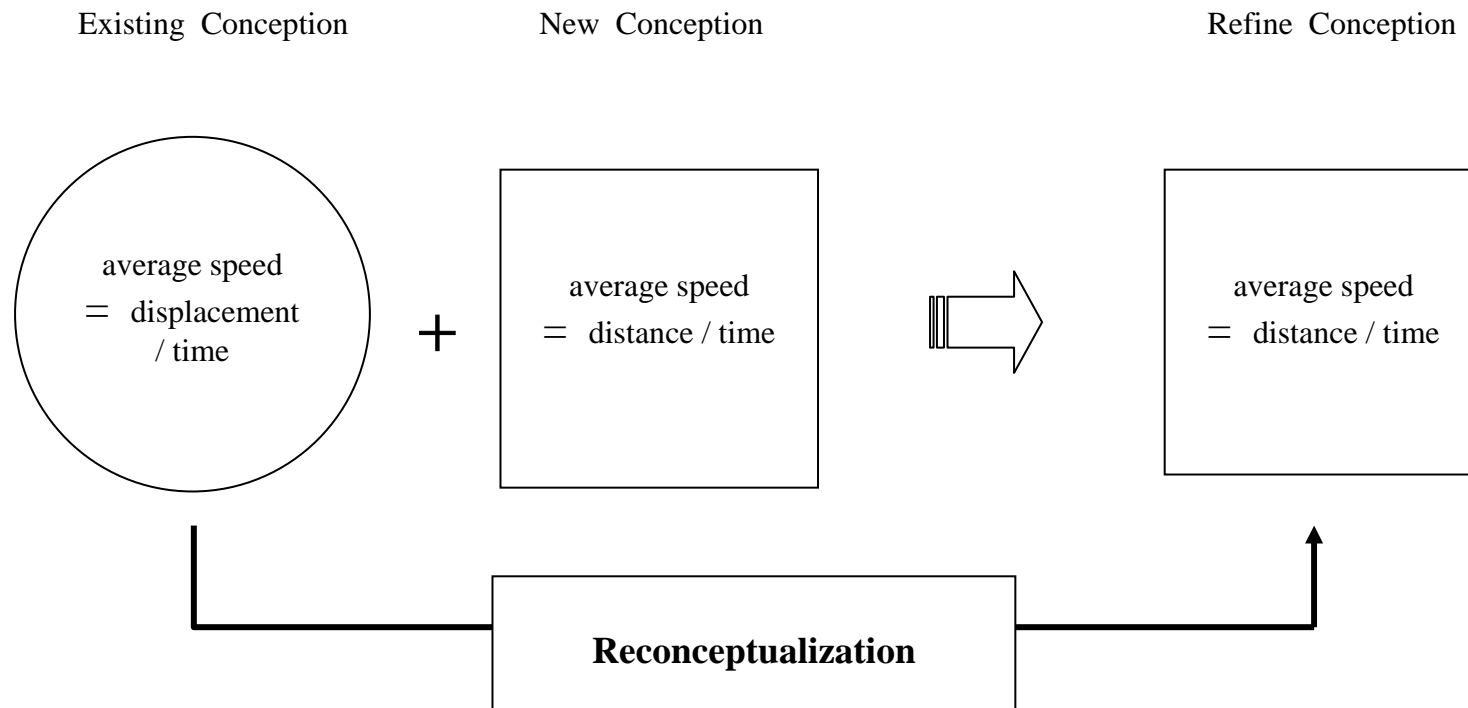
**Figure 1** Differentiation in First law of motion concept.



**Figure 2** Class Extension in Second law of motion concept.



**Figure 3** Reconceptualization in Kinetic concept.



## บทสรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเข้าใจมโนคติที่แข็งแรงและกฎการเคลื่อนที่ของผู้เรียนพบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีลักษณะของความเข้าใจมโนคติทั้งที่เป็นความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องอยู่ทั้ง 4 มโนคติที่ศึกษา แต่หลังจากที่ได้รับจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมแล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงและมี ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ยสูงขึ้น และจากการศึกษาการปรับเปลี่ยนมโนคติพบว่า ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติใน 3 ลักษณะ ได้แก่ การปรับปรุงความเข้าใจ การขยายชั้นความเข้าใจ และการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ อีกทั้งผู้เรียนมีความคิดเห็นในระดับ “เห็นด้วย” ในแต่ละด้านเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถอภิปรายได้ว่าความเข้าใจมโนคติ ก่อนเรียนของผู้เรียนที่เป็นความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนนั้น จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่า เป็นผลอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่เคยได้รับและความรู้เดิมที่ถูกตีความที่ไม่ถูกต้องจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ผ่านมา แต่หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมแล้ว

ทำให้ผู้เรียน มีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงและมีการพัฒนาความเข้าใจเป็นความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ยสูงขึ้น ซึ่งผลของการพัฒนาความเข้าใจมโนคติเหล่านี้เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติของในการเรียนรู้ของตนเองใน 3 ลักษณะ ได้แก่ การปรับปรุงความเข้าใจ การขยายชั้นความเข้าใจ และการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ ซึ่งการปรับเปลี่ยนมโนคติทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวเกิดจากการที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่าในกระบวนการร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียนและภายในสิ่งแวดล้อมของการสอนแนะโดยผู้สอนและผู้ช่วยสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติของตนเอง เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและความเข้าใจกับผู้อื่นๆ และผู้สอน โดยเป็นการเจรจาต่อรองที่มีความหมายตามสภาพจริง ทำให้เกิดการไตร่ตรองและได้เรียนรู้ในมุมมองของแนวคิดที่หลากหลาย อันจะนำไปสู่การสร้าง ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้อง โดยสอดคล้องกับผลวิจัยของ Tao & Gunstone (1997) ที่พบว่าการร่วมมือกันเรียนรู้นั้นเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติ และจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ทำให้ทราบว่า การที่ผู้เรียนจะเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคตินั้นจะต้องเกิดจากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แล้วพบว่ามโนคติเดิมของตนเองนั้น

ไม่สามารถอธิบายหรือแก้ปัญหาได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเสียสมดุลทางปัญญา ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน และสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่เชื่อว่าถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยการก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญาแล้วนั้น ผู้เรียนจะต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาวะที่สมดุลด้วยการปรับโครงสร้างใหม่ในมโนคติของผู้เรียนเอง (Driver & Oldham, 1986) และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนยังทำให้ทราบอีกว่าเมื่อมีความเข้าใจมโนคติใหม่เข้ามาแล้วเป็นความเข้าใจมโนคติที่มีความชัดเจนและเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าความเข้าใจมโนคติเดิม สามารถอธิบายหรือแก้ปัญหาได้อีกทั้งยังสามารถอธิบายในเหตุการณ์บริบทอื่นๆ ได้อีกด้วยแล้วนั้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับในความเข้าใจมโนคติใหม่นั้นและยอมปรับเปลี่ยนมโนคติของตนเอง ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดเกี่ยวกับเงื่อนไขการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน (Postner, 1982)

#### ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

##### สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้เกิดกระบวนการร่วมมือกันเรียนรู้ ทั้งระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เพื่อส่งเสริมการคิดในมุมมองที่หลากหลายของผู้เรียน

(2) ควรมีการศึกษาเพื่อติดตามผลและประเมินความคงทนของความเข้าใจมโนคติของผู้เรียนที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน

มโนคติจากการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

(3) ควรมีการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับตัวแปรต่างๆ ของกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน เช่น รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) หรือการรู้ในกระบวนการคิด (Metacognition)

(4) ควรศึกษาเกี่ยวกับบริบทของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่จะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียน

(5) ควรมีการศึกษาในเชิงวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นการตรวจสอบซ้ำให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

##### สำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

(1) กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการร่วมมือกันทั้งผู้เรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เพื่อส่งเสริมให้เกิดมุมมองการคิดที่หลากหลายและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญต้องคอยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความรู้และความเข้าใจมโนคติพื้นฐานของผู้เรียน

(2) การจัดกิจกรรมการร่วมมือกันเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ผู้สอนสามารถออกแบบและใช้เทคนิคการสอนได้อย่างหลากหลายโดยพิจารณาให้เหมาะสมกับแนวทางของการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ขอบเขตเนื้อหา  
บริบทในการเรียนรู้ ความรู้และความเข้าใจ  
มโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน

(3) บทบาทของผู้สอนตามแนว  
ทางการจัดการเรียนรู้จะต้องเปลี่ยนแปลงมาสู่  
การเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกและ  
สนับสนุนในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เกิด  
กระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยต้องตระหนัก  
ในบทบาทของการเป็นดังเช่นพี่เลี้ยงในการ  
เรียนรู้ก่อนที่จะดำเนินการตามการจัด  
การเรียนรู้นี้ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องศึกษาและทำ  
ความเข้าใจในบทบาทและหน้าที่ของตนเอง  
อย่างชัดเจน

(4) ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำกลยุทธ์  
การดำเนินการเรียนรู้ตามแนวทางการจัด  
การเรียนรู้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการ  
แสวงหาความรู้และการเรียนในวิชาอื่นๆ และ  
ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

### กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา  
และแนะนำในการดำเนินการวิจัยให้สำเร็จ  
ลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนอุดหนุนและ  
ส่งเสริมในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

(2540). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ

ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์ พัฒนาหลักสูตร จำกัด.

Adam, A. D. (1997). **Student's beliefs, attitudes, and conceptual change in a traditional and a constructivist high school physics classroom.** Ed.D. Dissertation, University of Houston.

Driver, R. & Oldham, V.(1986). A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, 13, 105-122.

Dykstra, D. I. et. Al.,(1992). Studying Conceptual Change in Learning Physics. **Science Education**, 76 (6), 615-652.

Hestense, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. **Physics Teacher**, 30, 141-158.

Tao, P. K. & Gunstone, R. F. (1997). **Conceptual Change in Science Collaborative Learning at the Computer.** Paper presented at the 1997 National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, March 21-24, 1997, Oak Brook, IL, USA. [cited 2003 Sep. 25] Available from <http://educ2.hku.hk/~pktao/ijse.htm#1999>.

Vosniadou, S. et al., (2001). Designing Learning Environments to Promote Conceptual Change in Science. **Learning and Instruction**, 11 (4-5), 381-419