

## การพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชิปปาโมเดล

ญาใจ ใจสุข อุดม ทิพรราช และ โชคศิลป์ ธนเอื้อง\*

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

\*E-mail: Chokes41@hotmail.com

รับบทความ: 23 กรกฎาคม 2553 ยอมรับตีพิมพ์: 13 กันยายน 2553

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิด เรื่องคลื่นกล โดยใช้ชิปปาโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนร่มเกล้าพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร ปีการศึกษา 2552 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปปา แบบทดสอบวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสำรวจความพึงพอใจ แบบสัมภาษณ์นักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และ normalized gain ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่องคลื่นกล สูงขึ้นหลังจัดการเรียนรู้ ( $p < .01$ ) และนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดรายชั้นอยู่ระดับปานกลาง (average normalized gain,  $\langle g \rangle$  เท่ากับ 0.53) โดยนักเรียนมีพัฒนาการของแนวคิดระดับสูงในหัวข้อการหักเหของคลื่นและการสะท้อนของคลื่น นอกจากนี้นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่บ้างในหัวข้ออัตราเร็วคลื่นและการแทรกสอดคลื่น ผลจากสอนแสดงให้เห็นว่า การใช้ชิปปาโมเดลสามารถช่วยพัฒนาแนวคิด เรื่องคลื่นกล ของนักเรียนได้ นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ระดับดี และการสอนตามรูปแบบดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความสุข สนุกสนานในการเรียน

คำสำคัญ: ชิปปาโมเดล ความเข้าใจแนวคิด คลื่นกล

## Developing Students' Conceptions of Mechanical Waves for Mattayomsuksa V Students Using CIPPA Model

Yajai Jaisuk, Udom Tipparach and Choksin Tanahoung \*

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

E-mail: Chokes41@hotmail.com

### Abstract

The purpose of this research was to study the development of the students' conceptions on mechanical waves using CIPPA model. The target group was 27 students from Mattayomsuksa V, Romklao Pittayasan School, Mukdahan studying in the second semester of academic year 2009. The one group pretest - posttest design was employed in carrying out the study. The research tools consisted of lesson plans based on the CIPPA model, the mechanical wave conceptual test, the learning activity record forms and interview forms. The data were analyzed as the average percentage, standard deviation, *t*-test and normalized gain. The result showed that there was statistically significant mean difference between the pre-test and post-test ( $p < .01$ ). The class average normalized gain was in the medium gain  $\langle g \rangle = 0.53$ . Moreover, it was found the normalized gains in the conceptual areas of refraction of waves and reflection of waves were high. The students had difficulty to achieve high normalized gains of two conceptual areas, speed of waves and interference of waves. The result indicated that CIPPA model can be used to develop students' conceptual understanding on mechanical waves. Mainly, the students showed enthronization and enjoy learning and made the students participating, physically, intellectually, emotionally as well as socially. The students had an opportunity to experience from actual practice to build up new body of knowledge by themselves, to interact with the teacher and among themselves.

**Keywords:** CIPPA model, conceptual understanding, mechanical waves

### บทนำ

วิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเน้นการศึกษาจากปรากฏการณ์ทางกายภาพ โดยเริ่มจากการสังเกตการทดลอง การวัดและบันทึกผล การวิเคราะห์ และนำไปสู่การสรุปหลักการ เพื่อนำไปอธิบายและนำไปใช้ เป็นวิชาที่ศึกษาสารกับพลังงานและอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างสสารกับพลังงาน จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยอาศัยกฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีที่แน่นอน พิสูจน์ได้จาก การทดลองจริง และการนำปรากฏการณ์เหล่านั้นมาใช้ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์สาขาวิชาอื่นๆ และพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของมนุษย์ (ซิลปะชัย บุรณพานิช, 2549) การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในชั้นเรียนปกตินั้นให้

ความสำคัญอยู่กับตำราเรียนฟิสิกส์แบบดั้งเดิม โดยนำเสนอข้อมูลในบริบทความเข้าใจของนักฟิสิกส์เอง ซึ่งเป็นไปได้อย่างยากที่จะให้ผู้เรียนนั้นได้ค้นพบความเข้าใจในสิ่งที่เป็แนวคิดของนักฟิสิกส์เหล่านั้น และด้วยลักษณะเฉพาะของวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่มีเนื้อหาที่เชื่อมโยงต่อเนื่อง ซับซ้อน และบางเรื่องมีลักษณะเป็นนามธรรม จึงนำไปสู่ปัญหาสำคัญในการเรียนรู้ ได้แก่ การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (misconception) ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียนหรือในระหว่างการเรียนรู้ โดยมีผลทำให้ผู้เรียนสับสนไม่ผ่านหรือผ่านแต่ได้คะแนนไม่ดี หมกตำลึงใจที่จะเรียนรู้และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน (ศิริเดช สุชีวะ, 2538) นอกจากนั้นยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้หรือทำความเข้าใจในแนวคิดที่สูงขึ้น

หรือต่อเนื่องกัน อีกทั้งหากเกิดแล้วยังยากต่อการแก้ไขปรับเปลี่ยน ดังนั้น ในการจัดเตรียมการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่มีประสิทธิภาพจะต้องเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน อันจะนำไปสู่ความเข้าใจในแนวคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้นั้นเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองโดยเฉพาะบุคคลและผู้เรียนจะได้มาซึ่งความเข้าใจในแนวคิดต่าง ๆ ถ้าผู้เรียนได้มีการใช้ประโยชน์จากความเข้าใจแนวคิดที่มีอยู่เพื่อที่จะอภิปรายในลักษณะทางกายภาพของสถานการณ์ต่าง ๆ และเพื่อที่จะใช้ในการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง (Dykstra et al., 1992)

ในวิชาฟิสิกส์นั้น แนวคิดเรื่องคลื่นกลเป็นพื้นฐานของการศึกษาคลื่นทุกชนิด ในชีวิตประจำวันของเราได้พบกับปรากฏการณ์ของคลื่นกลเสมอ เช่น คลื่นผิวน้ำและคลื่นในเส้นเชือก เป็นตัวอย่างของปรากฏการณ์ทางกายภาพที่มีลักษณะทางคลื่นมองเห็นได้ ในโลกเรานี้มีคลื่นเต็มไปหมด เช่น คลื่นเสียง คลื่นแผ่นดินไหว คลื่นกระแทกที่เกิดจากเครื่องบินไอพ่นซึ่งมีความเร็วเหนือเสียง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แสงที่เรามองเห็น คลื่นวิทยุ สัญญาณโทรทัศน์ และรังสีเอกซ์ เป็นต้น มีนักวิจัยได้ศึกษาแนวคิดเรื่องคลื่นกลของนักเรียนพบว่า ครู นักเรียนและนักศึกษายังมีความเข้าใจแนวคิดเรื่องคลื่นกลคลาดเคลื่อนอยู่มาก ในหัวข้อ อัตราเร็วคลื่น การซ้อนทับของคลื่น (Wittmann, 2002) จะเห็นได้ว่า ความรู้เรื่องคลื่นกล ซึ่งเป็นพื้นฐาน ความรู้ของการศึกษาคลื่นทุกชนิด หากนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง จะส่งผลดีต่อการเรียนในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง แสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และฟิสิกส์ควอนตัมต่อไป

การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติการให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น นำไปประยุกต์ใช้ได้ การเรียนแบบนี้ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้สูงสุด โดยที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองในการที่จะสร้างความหมายต่าง ๆ ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลและอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรองในสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเป็นการยกระดับของการรู้จักของผู้เรียนในสิ่งที่เมื่อก่อนนั้นผู้เรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการคิดเลย รูปแบบหนึ่งของกิจกรรมการเรียน คือ ชิปปาโมเดล (CIPPA model) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย ทิศนา ขัมมณี

(2542) ที่ประสานหัวแนวคิดเข้าด้วยกัน ได้แก่ (1) แนวคิดการสร้างความรู้ (2) แนวคิดกระบวนการกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือ (3) แนวคิดเกี่ยวกับความพร้อมในการเรียนรู้ (4) แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ (5) แนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ ความหมายของ CIPPA มีดังนี้ C (construct) หมายถึง การให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ ตีความ แปลความหมาย สร้างความหมาย สังเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อความรู้ (interaction) หมายถึง การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม แหล่งความรู้ที่หลากหลาย ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคม P (participation) หมายถึง การให้นักเรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด P (process and product) หมายถึง การให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการควบคู่ไปกับผลงาน ข้อความรู้อันที่สรุปได้ A (application) หมายถึง การให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ด้วยหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปปาโมเดล มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียน เรื่องคลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจและพัฒนาแนวคิดที่ถูกต้อง

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปปาโมเดล
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิด รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปปาโมเดล
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้ชิปปาโมเดล

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (one group pretest-posttest design) ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่ม เป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนร่มเกล้าพิทยาสรรค์ อำเภอฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 27 คน ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ศึกษาแนวคิดทางฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล 9 แนวคิดย่อย ได้แก่ การ

ถ่ายโอนพลังงานคลื่นและประเภทของคลื่น องค์ประกอบของคลื่นต่อเนื่อง อัตราเร็วคลื่น การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การซ้อนทับของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น และคลื่นนิ่ง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนจัดการเรียนรู้ตามหลักการชิปปาโมเดล 7 ชั้น เรื่อง คลื่นกล จำนวน 9 แผน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดแนวคิด เรื่องคลื่นกล จำนวน 55 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ระหว่าง 0.19 – 0.86 ค่าความเชื่อมั่น 0.70 แบบทดสอบทำวงจร 3 ชุดๆ ละ 15 ข้อ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ แบบสัมภาษณ์ผู้เรียนและแบบบันทึกการสอนของครู

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามดังนี้

1) นำแบบทดสอบวัดแนวคิด เรื่อง คลื่นกล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทำการทดสอบก่อนเรียน และปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบชิปปาโมเดล

2) ผู้วิจัยดำเนินการสอน ตามแผนจัดการเรียนรู้ 9 แผน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยวงจรที่ 1 ใช้แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 3 วงจรที่ 2 ใช้แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 – 6 ใช้วงจรที่ 3 แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 – 9 หลังจากสอนจบในแต่ละวงจรมีการทดสอบย่อยเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียน และในระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรมีการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบบันทึกการสอนของครู เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะๆ ตามความเหมาะสม

3) หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 9 แผนจัดการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดแนวคิดเพื่อทดสอบหลังเรียน และให้นักเรียนตอบแบบสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปปาโมเดล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดแนวคิดมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจแนวคิดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent samples)

3) วิเคราะห์การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดโดยใช้ normalized gain <g> ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ที่สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยดูได้ทั้งภาพรวมของทั้งชั้นเรียน แต่ละแนวคิด แต่ละข้อ และรายบุคคล โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (Hake, 1998)

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{posttest}) - (\% \text{pretest})}{100 - \% \text{pretest}}$$

เมื่อ %posttest และ %pretest คือ ค่าเฉลี่ยของร้อยละคะแนนสอบหลังเรียนและสอบก่อนเรียน ตามลำดับ

4) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้จากแบบสำรวจความพึงพอใจ โดยการหาค่าเฉลี่ย การอธิบายตีความ สรุปความ

### ผลการวิจัย

1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชิปปาโมเดล (ตาราง 1) พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชิปปาโมเดล จำนวน 27 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 30.57 และ 37.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.27 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $p < .01$ )

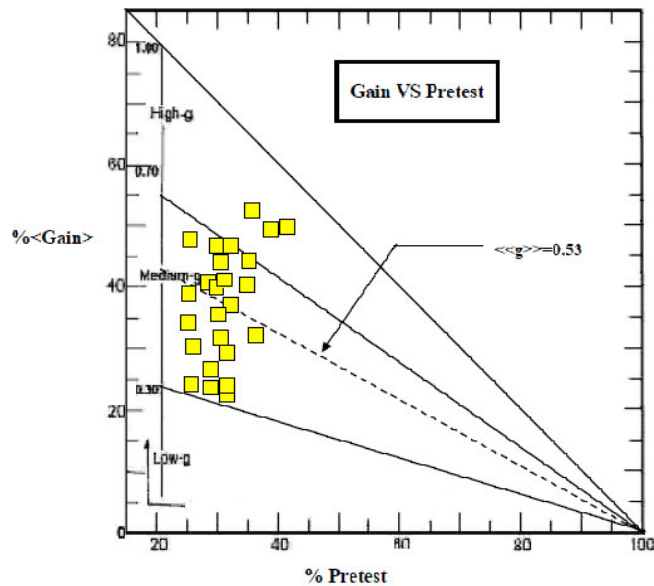
ตาราง 1 เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปปาโมเดล

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ				
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	27	16.81	30.57	2.42	20.36	< .01
หลังเรียน	27	37.00	67.27	6.20		

2) ผลการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดรายบุคคล (individual student normalized gain) และการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทั้งชั้นเรียน (class normalized gain) รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชิปปาโมเดล จำนวน 27 คน แสดงดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 อธิบายได้ว่า กราฟเส้นทึบคือกราฟที่แสดงการแบ่งช่วงของระดับค่า normalized gain ที่ได้

แบ่งเป็นสามระดับ คือ High, Medium และ Low gain โดยกราฟเส้นประที่มีลูกศรชี้และเขียนว่า <<g>> คือ เป็นค่าเฉลี่ยของ normalized gain ของชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดอยู่ในช่วง medium gain มีนักเรียนร้อยละ 11 ได้ค่า <g> อยู่ในช่วง high gain นักเรียนร้อยละ 89 ได้ค่า <g> อยู่ในช่วง medium gain และการพัฒนาแนวคิดทั้งชั้นเรียน (class normalized gain) อยู่ในช่วง medium gain (average normalized gain, <<g>> = 0.53)



ภาพที่ 1 ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงหรือ actual gain (%<gain>) และค่าเฉลี่ยของร้อยละคะแนนสอบก่อนเรียน (%<pretest>) และ normalized gain (<g>) ของนักเรียนรายบุคคล

3) ผลการศึกษาการพัฒนาแนวคิดรายแนวคิดย่อย (conceptual dimensional normalized gain) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล โดยใช้ชิปปาโมเดล จำนวน 27 คน แสดงได้ดังตาราง 2

จากตาราง 2 พบว่า แนวคิด เรื่อง คลื่นกล ทั้งหมด 9 แนวคิด นักเรียนมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน แต่ละแนวคิดย่อย เท่ากับ 66.67, 77.78, 58.73, 69.75, 72.22, 79.26,

48.68, 70.37 และ 69.63 ตามลำดับ การพัฒนาแนวคิดของแต่ละแนวคิดย่อย มีค่า normalized gain เท่ากับ 0.57, 0.62, 0.40, 0.57, 0.63, 0.70, 0.34, 0.46 และ 0.56 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนแต่ละแนวคิดย่อย อยู่ในช่วง medium gain โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหักเหของคลื่นและการแทรกสอดของคลื่นสูงที่สุดและต่ำที่สุด ตามลำดับ

ตาราง 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ normalized gain แต่ละแนวคิดย่อย

ที่	แนวคิด	สอบก่อนเรียน (ร้อยละ)	สอบหลังเรียน (ร้อยละ)	normalized gain <g>
1	การถ่ายโอนพลังงานคลื่นและประเภทของคลื่น	23.15	66.67	0.57
2	องค์ประกอบของคลื่นต่อเนื่อง	41.36	77.78	0.62
3	อัตราเร็วคลื่น	31.75	58.73	0.40
4	การซ้อนทับของคลื่น	29.63	69.75	0.57
5	การสะท้อนของคลื่น	25.93	72.22	0.63
6	การหักเหของคลื่น	31.85	79.26	0.70
7	การแทรกสอดของคลื่น	21.69	48.68	0.34
8	การเลี้ยวเบนของคลื่น	45.19	70.37	0.46
9	คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	31.11	69.63	0.56

4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปป้าโมเดล พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.04 และ 1.82 ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปป้าโมเดลอยู่ในระดับดี และนักเรียนมีระดับความพึงพอใจสูงสุดและต่ำสุด ด้านเน้นการเรียนรู้และการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และด้านนักเรียนน่าจะมีผลการเรียนดีขึ้น ตามลำดับ

#### อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

##### อภิปรายผล

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชิปป้าโมเดล มีคะแนนความเข้าใจแนวคิด เรื่อง คลื่นกล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $p < .01$ ) ทั้งนี้เนื่องจาก การเรียนตามขั้นตอนของชิปป้าโมเดล ผู้วิจัยได้เตรียมความพร้อมทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการที่เป็นพื้นฐานเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ว่าจะเรียนอะไร เรียนแล้วได้อะไร นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อสำรวจสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน ออกแบบวิธีการทดสอบ ตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนได้มีการอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็น และตรวจสอบความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกัน ร่วมกันสรุป นำเสนอในรูปแบบต่างๆ ครูคอยใช้คำถามกระตุ้นและดูแลให้ความช่วยเหลือจนได้ข้อสรุป ทำให้มีโอกาสปรับปรุงความคิดและความรู้ความ

เข้าใจ เกิดองค์ความรู้ใหม่ ตลอดจนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่กว้างขวางขึ้น และประเมินผลการเรียนรู้ในขณะปฏิบัติกิจกรรม มีการประเมินโดยการสังเกต การสัมภาษณ์ การตรวจใบงาน การตรวจแบบฝึกหัด และการทดสอบ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นภาพรณ ประดับคำ (2548) พลมณี สีสึง (2549) สมจิตร ไพรินทร์ (2550) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชิปป้าโมเดล พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $p < .01$ )

2) นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดรายบุคคล เรื่องคลื่นกล อยู่ในช่วง medium gain และการพัฒนาแนวคิดทั้งชั้นเรียน อยู่ในช่วง medium gain ( $<g> = 0.53$ ) โดยนักเรียนที่อยู่ในช่วง high gain นั้น เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนอยู่ในระดับดีมาก มีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่เสมอ เป็นผู้นำของกลุ่มในการร่วมกิจกรรมและอธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง และมีทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาสูง และไม่มีนักเรียนอยู่ในช่วง low gain นั้น อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่ไม่มีความเข้าใจใส่ต่อการเรียนและเรียนอ่อน รู้สึกว่ามีขั้นตอนในการเรียนยุ่งยากและไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม แต่เมื่อครูได้มีการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของตนเองและขอความร่วมมือจากเพื่อนๆ ในชั้นให้การยอมรับให้โอกาส ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจกันและกันด้านการเรียนอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนกลุ่มนี้จึงมีการปรับเปลี่ยน

พฤติกรรมในการเรียนรู้ของตนเองดีขึ้นและให้ความร่วมมือกับกลุ่มมากขึ้น ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้มากขึ้นอยู่จนในช่วง medium gain

3) การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดรายแนวคิดย่อยของนักเรียน พบว่า ทุกรายแนวคิดย่อยอยู่ในระดับ medium gain โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหักเหของคลื่นสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนตั้งใจและให้ความสนใจในการทำปฏิบัติการกรรมการเรียนรู้ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี และผ่านการเรียนเรื่ององค์ประกอบของคลื่นต่อเนื่อง การสะท้อนของคลื่น นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ของความถี่คลื่น ความยาวคลื่นและอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางใดๆ มาก่อน เมื่อมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใน 2 ตัวกลางจึงง่ายขึ้น และการปฏิบัติการทดลองการหักเหของคลื่นช่วยให้นักเรียนจำลักษณะการหักเหของคลื่นได้ดี การร่วมกันสรุปความรู้ในกลุ่มและปฏิบัติใบงานเพิ่มเติม ยิ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจแนวคิดได้ดีขึ้น ส่วนแนวคิดเกี่ยวกับอัตราเร็วคลื่นและการแทรกสอดของคลื่น นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดต่ำที่สุด อาจเป็นเพราะทั้งสองแนวคิดนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ามาวิเคราะห์ความสัมพันธ์และแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะทางคณิตศาสตร์ต่ำ และระยะเวลาที่ใช้ในการสอนทั้งสองหัวข้อนี้น้อยเกินไป นักเรียนจึงรีบเร่งปฏิบัติการทดลอง การอภิปรายระหว่างกลุ่มเพื่อนและครูเป็นไปอย่างรวดเร็ว การทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนมีน้อย จากการสอบถามนักเรียนนักเรียนจำเงื่อนไขและภาพการแทรกสอดของคลื่นได้ แต่ยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเกิดแนวบัพและปฏิบัติจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ที่มีเฟสตรงกัน และมีเฟสตรงข้ามกัน นอกจากนี้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของริ้วรอยการแทรกสอดเมื่อองค์ประกอบของคลื่นเปลี่ยนแปลงไป

4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล โดยใช้ชิปปาโมเดล อยู่ในระดับดี และนักเรียนมีระดับความพึงพอใจสูงสุด ด้านเน้นการเรียนรู้และการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูได้ลดบทบาทในการเป็นผู้ให้ความรู้ มาเป็นผู้ให้คำแนะนำ จัดหาสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจและหลายรูปแบบ จัดกิจกรรมหลากหลายให้แก่ผู้เรียน กระตุ้นให้

นักเรียนได้แสดงผลงานจากการเรียนออกมาเพื่อถ่ายทอดความรู้แก่ผู้อื่น ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนให้มากที่สุด นักเรียนได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในกิจกรรมการเรียนการสอน กล่าวคือ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทบทวนความรู้เดิม ได้แสวงหาความรู้ใหม่ ศึกษา ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองและกลุ่ม มีการอภิปรายผลจากการเรียนรู้ และร่วมกันสรุปบทเรียน มีการประยุกต์ใช้ความรู้ อีกทั้งได้แสดงผลงานจากการเรียนในแต่ละครั้งในลักษณะเป็นงานเดี่ยวและงานกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2541) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามชิปปาโมเดล ไว้ว่าเมื่อครูและนักเรียนได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามหลักการแล้ว การเรียนการสอนจะบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนควรมีบทบาทที่สำคัญๆ คือ มีการทบทวนความรู้เดิม และการมีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ จากแหล่งความรู้หลากหลายเพื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้ มีการศึกษาหรือลงมือกระทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจใช้ความคิดในการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความรู้สึกหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่หามาได้ และสร้างความหมายให้แก่ตนเอง มีบทบาทในการสรุปและจัดระบบระเบียบความรู้ที่ได้สรรสร้างขึ้น และแสดงออกในสิ่งที่ตนเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้เกิดความคงทนและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนควรมีบทบาทในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้นั้นเกิดประโยชน์ชีวิต นอกจากนั้นการประยุกต์ใช้จะช่วยต่อยอดความเข้าใจและสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนในความรู้ใหม่ๆ และการนำความรู้ไปใช้ยังก่อให้เกิดการเรียนรู้อื่นๆ เพิ่มเติมได้ด้วย

การที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าจะมีผลการเรียนดีขึ้น มีระดับความพึงพอใจต่ำสุด อาจเป็นเพราะว่าการดำเนินการสอนในช่วงแรกนั้น การจัดกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนยังต้องปรับตัวกับการเรียนแบบนี้ และในบางแผนการสอนครูจัดเตรียมแหล่งความรู้ไว้มากเกินไป ไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด แต่เมื่อ

นักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนลักษณะนี้ และครูได้มอบหมายให้นักเรียนได้ไปศึกษาหาความรู้ใหม่จากแหล่งต่างๆ มาล่วงหน้าก่อนเรียน การสอนในวงจรต่อไปจึงสามารถดำเนินไปได้ทันกำหนดเวลา นอกจากนี้ นักเรียนไม่เข้าใจบทบาทในการทำงานกลุ่ม และดำเนินการอภิปรายในกลุ่มครูผู้สอนต้องพูดชี้แจงบทบาทในการทำงานกลุ่ม ให้ทุกคนร่วมมือเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม

### สรุป

1) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิด เรื่อง คลื่นกล หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 67.27) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 37.00) ซึ่งแตกต่างกัน ( $p < .01$ )

2) การพัฒนาแนวคิดรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดอยู่ในช่วง medium gain มีนักเรียนร้อยละ 11 อยู่ในช่วง high gain นักเรียนร้อยละ 89 อยู่ในช่วง medium gain การพัฒนาแนวคิดทั้งชั้นเรียนอยู่ในช่วง medium gain ( $<<g>> = 0.53$ ) และการพัฒนาแนวคิดรายแนวคิดย่อย ทุกรายแนวคิดย่อยอยู่ในช่วง Medium gain โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหักเหของคลื่นและการแทรกสอดของคลื่นสูงสุดและต่ำที่สุด ตามลำดับ

3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้ชิปปาโมเดล อยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีความพึงพอใจที่การจัดการเรียนรู้เน้นการเรียนรู้และการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความสุข สนุกสนานในการเรียน และรักการเรียนรู้อีก

### ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาเชิงคุณภาพ เช่น ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดระดับใดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอย่างไร และการจัดการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกทางความคิด การพูดและการกระทำ โดยครูจะต้องกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ สามารถแสดงออกถึงผลงานแห่งการเรียนรู้ของตนเองได้

### เอกสารอ้างอิง

- ทิตนา แชมมณี. (2541). การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. เอกสารประกอบการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แชมมณี. (2542). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพรรณ ประดับคำ. (2548). ผลการใช้ชิปปาโมเดลในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. รายงานการศึกษาระดับปริญญาตรีศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พลมณี สีลิพง. (2549). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบชิปปาในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิลปะชัย บุรณพานิช. (2549). รายงานผลการวิจัยและพัฒนาการสร้างมโนทัศน์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนโดยใช้กิจกรรมการทดลองและการสาธิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ฉบับสรุป). สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กรุงเทพฯ: สกศ.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมจิตร์ ไพรินทร์. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ชิปปา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Dykstra, D. I., et. al. (1992). Studying Conceptual change in learning Physics. **Sci. Educ.** 76(6): 615-652.



Hake, R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand survey of mechanics test data for introductory physics courses. **Am. J. Phys.** 66: 64-74.

Wittmann, M. C. (2002). The object coordination class applied to wave pulses: Analysing student reasoning in wave physics. **Internat. J. Sci. Educ.** 24(1): 97-118.