

การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

Development of Understanding and Ability to Used Technology for Learning
Application on “LIMIT OF FUNCTION” of Mathayomsuksa 6 Students by Using
the Minicourse Learning Packaged

เมธาสีทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส และ 2) ศึกษาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 4 จำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งเชิงทดลอง แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียววัดผลก่อนและหลัง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนมินิคอร์ส แบบวัดความเข้าใจแนวคิด และแบบประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่ามัธยฐานเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ชุดการสอนมินิคอร์ส, ลิมิตของฟังก์ชัน, ความเข้าใจแนวคิด, ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

¹ ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare the understanding on concepts of limit function of Mathayomsuksa 6 students before and after learning by minicourse learning packaged and 2) to study the ability to use technology for learning application on limit of a function of Mathayomsuksa 6 students after learning by minicourse learning packaged. The samples were 41 Mathayomsuksa 6 students (class 4) at the first semester of academic year 2019 of Rachineeburana School, Nakhon Pathom province. The research design applied the quasi-experimental design with one-group pretest-posttest design. The research instruments comprised of minicourse learning packaged, conceptual understanding tests, and evaluation form of ability to use technology for learning. Data analyses used in the research were percentage, arithmetic mean, standard deviation, and t-test for dependent. The research results showed that; 1) The understanding on concepts of limit function of Mathayomsuksa 6 students after learning by minicourse learning packaged was higher than before at .05 statistical significantly level and 2) The ability to use technology for learning application on limit function of Mathayomsuksa 6 students after learned by minicourse learning packaged was at a good level.

Keywords: minicourse learning packaged, limit of function, conceptual understanding, and ability to used technology.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลิมิตของฟังก์ชัน (Limit of Function) เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ในรายวิชา ค33201 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากเป็นแนวคิดสำหรับการเรียนในเรื่อง ความต่อเนื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน การประยุกต์ของอนุพันธ์ และการหาปริพันธ์ หากนักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องลิมิตของฟังก์ชันไม่เพียงพอ อาจทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ในเนื้อหาต่อไปที่มีความเกี่ยวเนื่อง และสัมพันธ์กันได้ โดยปกติแล้ววิธีการหาลิมิตของฟังก์ชันสามารถทำได้ 3 วิธี ได้แก่ การใช้วิธีการเชิงตัวเลข (Numerical Solution) การใช้การเขียนกราฟ (Graphical Solution) และการใช้ทฤษฎี (Theory) ซึ่งวิธีการเชิงตัวเลขและวิธีการเขียนกราฟนั้น ไม่สะดวก และทำได้ยากในสภาพการจัดการเรียนรู้จริง เนื่องด้วยนักเรียนจะต้องใช้เครื่องคำนวณในการหาลิมิตของฟังก์ชันที่ใช้เวลานานกว่าจะสามารถหาคำตอบถูกต้องได้ และหากใช้วิธีการเขียนกราฟ จะพบเจอปัญหาเมื่อกราฟของฟังก์ชันที่ต้องการหาลิมิตไม่อยู่ในรูปแบบทั่วไป

ที่สามารถเขียนได้โดยง่าย ทำให้การจัดการเรียนรู้ต้องใช้การหาค่าลิมิตโดยใช้ทฤษฎีเท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถหาค่าลิมิตได้อย่างถูกต้อง แต่กลับพบว่านักเรียนขาดความเข้าใจในแนวคิดของลิมิต และเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) อีกหลายประการในเรื่อง ความต่อเนื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน การประยุกต์ของอนุพันธ์ และการหาปริพันธ์ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนรายวิชาดังกล่าว จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุและค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชันโดยให้นักเรียนใช้การเขียนกราฟ ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดของลิมิตได้ดีขึ้น แต่มีข้อเสียเพียงสองประการ คือ ใช้เวลานาน และไม่สามารถเขียนกราฟของฟังก์ชันอดิศัย (Transcendental Functions) ได้ แนวคิดหนึ่งที่อาจจะนำมาแก้ไขปัญหานี้ได้ คือ การสร้างชุดการสอนมินิคอร์สที่มีฐานคิดจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบโทรศัพท์พื้นฐาน ผ่านการใช้สมาร์ตโฟนของนักเรียน

ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse Learning Package) หมายถึง นวัตกรรมการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สอนเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง โดยนำมาเรียงลำดับขั้นตอนให้เป็นระบบและรัดกุม เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน มีจุดประสงค์ที่เด่นชัดและจบสมบูรณ์ในตัวเอง นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายทางการเรียนได้ภายในระยะเวลาอันสั้น มีการกำหนดกิจกรรม เวลา และสื่อการเรียนการสอนไว้อย่างแน่นอน โดยเน้นกิจกรรมกลุ่มมากกว่ารายบุคคล มีสื่อและวิธีสอนหลายรูปแบบอยู่ในมินิคอร์ส จากการศึกษาค้นคว้า พบว่ามีนักการศึกษาได้สร้างและพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สและประสบผลสำเร็จในการนำไปใช้พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น งานวิจัยของวาสนา บุญสม (2555) งานวิจัยของจารุวัส หนูทอง (2560) งานวิจัยของ Walter (1969) และงานวิจัยของ Anderson (2009) เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนมินิคอร์สเป็นหนทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการเรียนรู้ในเรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้เป็นอย่างดี จากฐานคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในปีการศึกษา 2561 ในการวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สต่อความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยตามรูปแบบ PETER จำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนปฏิบัติการจีโอจีบรา จำนวน 1 เล่ม และสื่อ GeoGebra Applets จำนวน 2 สื่อการเรียนรู้ มีค่าดัชนีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.48/81.67 2) ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส อยู่ในระดับดีเยี่ยม (เมธาสีทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล, 2561)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำชุดการสอนมินิคอร์สที่ได้สร้างและพัฒนาไว้ในปีการศึกษา 2561 มาใช้เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งพบปัญหาเช่นเดียวกันกับปีการศึกษา 2561 ประการหนึ่งเพื่อเป็นการพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นไปตามเกณฑ์การวัดและประเมินผลของรายวิชา ค33201

คณิตศาสตร์ แล้วยังเป็นหลักฐานแสดงความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นอีกประการหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

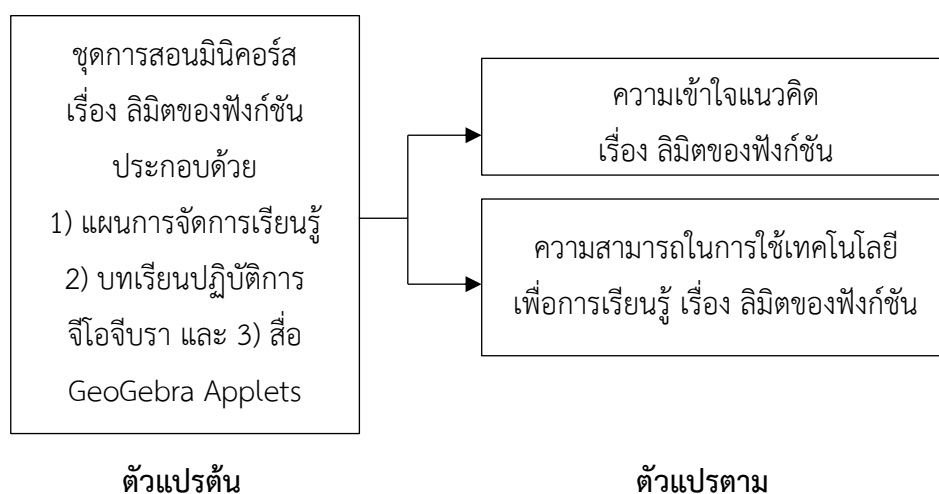
สมมติฐานการวิจัย

1. ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส อยู่ในระดับดีขึ้น

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน หมายถึง ชุด (Collection) ของสื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในรายวิชา ค33201 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ออกแบบภายใต้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์เป็นฐาน (Mobile Based Learning) และการใช้ประโยชน์จากโปรแกรม GeoGebra ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) บทเรียนปฏิบัติการจีโอจีบรา และ 3) สื่อ GeoGebra Applets
2. ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน หมายถึง คะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วัดและประเมินได้จากแบบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน หมายถึง คะแนนพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการใช้แอปพลิเคชันทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน วัดและประเมินได้จากการให้คะแนนในแบบประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Populations) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 1, ห้อง 2, ห้อง 3 และ ห้อง 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 155 คนที่กำลังศึกษารายวิชา ค33201 คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม กลุ่มตัวอย่าง (Samples) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 4 จำนวน 41 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มและใช้วิธีการจับสลาก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนแต่ละห้องเรียนมีความรู้พื้นฐานและมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน อยู่ในระดับเดียวกัน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรต้น (Independent Variable) จำนวน 1 ตัวแปร ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน และตัวแปรตาม (Dependent Variable) จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความเข้าใจแนวคิด และ 2) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน ในเวลาเรียน เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำการทดสอบภาคปฏิบัตินอกเวลาเรียนคนละ 10 นาที เป็นเวลา 7 ชั่วโมง รวมระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สารการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น (Introductory to Calculus) รายวิชา ค33201 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) และอิงเนื้อหาบางส่วนจาก Larson (2011)

5. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยก่อนมีการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Design) แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียววัดผลก่อนและหลังทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) (ผ่องพรรณ ตรีมงคลกุล, 2555; ประสาท เนืองเฉลิม, 2556; พิเชิต ฤทธิ์จรรยา, 2553; สุวิมล ติรภานันท์, 2556; Ferguson, 1989)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยตามรูปแบบ PETER จำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) บทเรียนปฏิบัติการจีโอจีบรา จำนวน 1 เล่ม และ 3) สื่อ GeoGebra Applets จำนวน 2 สื่อการเรียนรู้ มีค่าประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Content Validity Ratio) เท่ากับ 1.00 (ประสาท เนืองเฉลิม, 2556; Lawshe, 1975) และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) เท่ากับ 82.48/81.67

2. แบบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ประกอบด้วย แบบทดสอบประเภทปรนัยเลือกตอบ จำนวน 8 ข้อ และประเภทอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 2 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยการพิจารณาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 มีค่าความยากง่าย (Difficulty) รายข้อตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) รายข้อตั้งแต่ 0.27 ถึง 1.00 ในส่วนของความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบแบบปรนัยมีค่าความเชื่อมั่นตามสูตรของ Kuder-Richardson (พิเชิต ฤทธิ์จรรยา, 2554, เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี, 2553; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) เท่ากับ 0.94 และสำหรับข้อสอบแบบอัตนัยมีค่าความเชื่อมั่นตามสูตรของ Cronbach (พิเชิต ฤทธิ์จรรยา, 2554) เท่ากับ 0.82

3. แบบประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน มีลักษณะเป็นการประเมินตามสภาพจริงใน 3 ด้าน อิงฐานคิดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (Digital Literacy) จากสำนักงานข้าราชการพลเรือน (2561) ได้แก่ 1) ความสามารถในการเข้าถึง 2) ความสามารถในการสร้าง และ 3) ความสามารถในการใช้ คะแนนเต็ม 30 คะแนน จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.80 ถึง 1.00 มีค่าความเชื่อมั่นโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) เท่ากับ 0.96 ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลโดยนักเรียนที่ได้คะแนนในช่วง 14-16,

8-13, 3-7 และ 0-2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ในระดับดีเยี่ยม (Excellent), ดี (Good), ปานกลาง (Moderate) และปรับปรุง (Improvement) ตามลำดับ

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ก่อนเรียน กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรวบรวม คะแนนจากการทดสอบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. ทำการจัดการเรียนรู้ เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน หลังเรียนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรวบรวม คะแนนจากการทดสอบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. ทำการประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ทดสอบ เป็นรายบุคคล ทั้งนี้ใช้เวลาทดสอบนอกเวลาเรียน คนละ 10 นาที เพื่อประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้ เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน รวมระยะเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นรวบรวมคะแนนจากการทดสอบไปวิเคราะห์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพที่กำหนด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าที่แบบไม่อิสระต่อกัน (Dependent t-test) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551; ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552; ทิวัธณ์ มณีโชติ, 2560; ประสาท เนืองเฉลิม, 2556)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบไม่อิสระต่อกัน แสดง ได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2

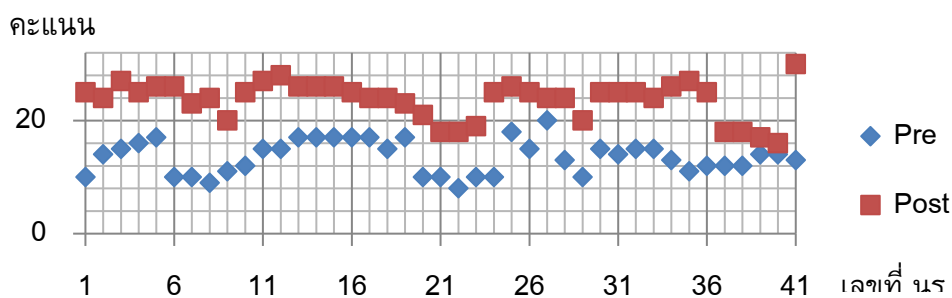
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าที่สำหรับคะแนนความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	X	S.D.	df	D	t-test
ก่อนเรียน	41	23.66	3.31	40	10.12	18.74*
หลังเรียน	41	13.54	2.93			

*p-value < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนการทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง LIMIT ของฟังก์ชัน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 23.66 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ

ก่อนจัดการเรียนรู้ที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 13.54 โดยการทดสอบค่าที พบว่าได้ค่าสถิติทดสอบที่เท่ากับ 18.74 ($df = 40$) จึงสามารถสรุปได้ว่า คะแนนการทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิขสิทธิ์ของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงวก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



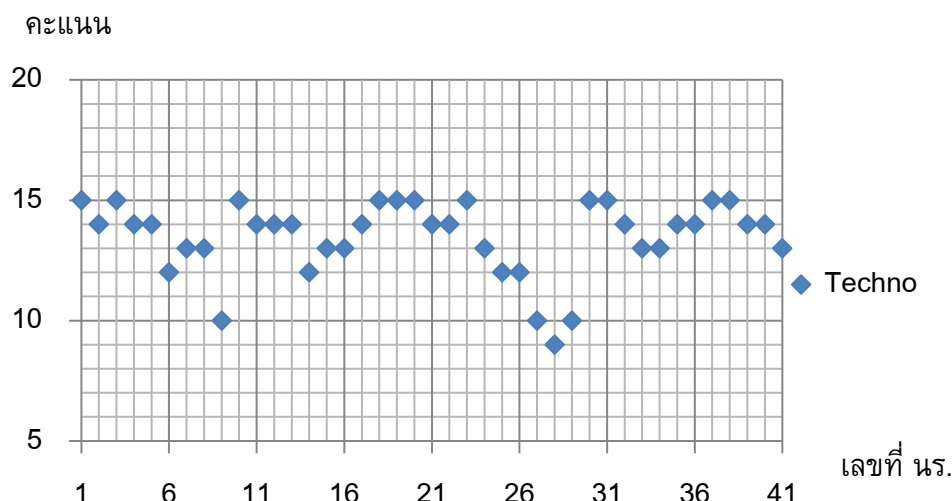
ภาพที่ 2 คะแนนความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิขสิทธิ์ของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

2. ผลการศึกษาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิขสิทธิ์ของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

จากการวิเคราะห์คะแนนจากการประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิขสิทธิ์ของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส แสดงผลการวิเคราะห์ ได้ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

จำนวนนักเรียน (n = 41)	ระดับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้			
	ดีเยี่ยม	ดี	ปานกลาง	ปรับปรุง
จำนวน (คน)	25	16	-	-
ร้อยละ	60.98	39.02	-	-
$\bar{X}$	14.44	11.94	-	-
S.D.	0.51	1.39	-	-
ค่าสถิติในภาพรวม $\bar{X} = 13.46$, S.D. = 1.53 (ดี)				



ภาพที่ 3 คะแนนความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนการประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 13.46 จึงสามารถสรุปได้ว่า โดยภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้น มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี และเมื่อจำแนกนักเรียนตามระดับความสามารถพบว่านักเรียนจำนวนร้อยละ 60.98 และ 39.02 มีความสามารถในระดับดีเยี่ยมและดีตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

1. ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

การอภิปรายผล

1. ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดในเรื่อง ลิขิตของฟังก์ชัน โดยใช้การเขียนกราฟ (Graphical Solution) มีสื่อที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ 1) บทเรียนปฏิบัติการจีโอจีบรา 2) สื่อ GeoGebra Applets และ 3) สื่อจาก www.geogebra.org/classic ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ PETER ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอน ชัดเจน เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทำให้

นักเรียนได้รับการสร้างเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลิมิตซ้าย (Left-Hand Limit) ลิมิตขวา (Right-Hand Limit) และเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง อีกทั้งการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน นักเรียนสามารถใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนของตนเองในการเขียนกราฟ เกิดการลองผิดลองถูกจนชำนาญ หยั่งรู้วิธีการหรือเทคนิคเฉพาะตนในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนคณิตศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จได้อย่างเชี่ยวชาญ สอดคล้องกับแนวคิดของธอร์นไคค์ (1976 อ้างถึงในทิตินา แคมมณี, 2552) ที่ได้อธิบายไว้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ ครูควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการฝึกหัด เช่น การให้ทำแบบฝึกหัดบ่อยๆ จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ และเกิดการเรียนรู้จากการทำแบบฝึกหัดนั้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของเมธาสิทธิ์ ธัญรัตน์ศรีสกุล (2559) ที่ได้ใช้สื่อจากโปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดการสอนมินิคอร์ส ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน ร้อยละ 86.11 และร้อยละ 13.89 มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยมและระดับดี ตามลำดับ โดยภาพรวมนักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยม และอาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ PETER ที่ประกอบด้วยขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นสำรวจ ขั้นทดสอบ ขั้นสร้างประสบการณ์ และขั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องทำการอภิปรายถึงความเหมือน ความต่าง และข้อสังเกตที่ได้จากการเขียนกราฟเพื่อหาลิมิตของฟังก์ชัน โดยสาระสำคัญที่ได้จากการอภิปราย จะถูกนำไปใช้เป็นเทคนิคหรือวิธีการที่จะช่วยในการหาลิมิตของฟังก์ชันอื่นๆ จากการที่นักเรียนได้ร่วมการอภิปรายดังกล่าว นักเรียนจึงเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดลิมิตของฟังก์ชันมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง (2559) ที่ได้อธิบายว่า การอภิปรายในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มหรือในห้องเรียนได้แสดงบทบาททั้งการเป็นผู้พูด ผู้ฟัง ผู้คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็น จะทำให้นักเรียนเกิดแนวคิด วิธีการที่หลากหลาย ใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ และสามารถสรุปคำตอบที่สมาชิกทุกคนยอมรับตลอดจนนำความรู้ที่ได้จากการอภิปรายไปใช้ประโยชน์ และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป ทั้งนี้ การอภิปรายจะเริ่มต้นด้วยคำถามของครู สถานการณ์โจทย์หรือปัญหาที่น่าสนใจ การกำหนดเวลาให้นักเรียนคิดหรือศึกษาเรื่องที่อภิปรายร่วมกันล่วงหน้า ซึ่งเป็นการเตรียมตัวก่อนการอภิปราย จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

2. ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีโดยตรงทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการเข้าถึงด้านความสามารถในการสร้าง และด้านความสามารถในการใช้ โดยนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนจากบทเรียนปฏิบัติการจีโอจีบรา และสื่อ GeoGebra Applets ในการใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนเพื่อเข้าถึง www.geogebra.org และเขียนกราฟโดยการสร้างฟังก์ชันลงในเว็บไซต์และใช้กราฟที่เขียนได้นั้นในการหาคำตอบ ภายใต

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ PETER ที่ทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส จึงเกิดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในระดับดี และอาจเนื่องจากชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ได้ใช้ฐานคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์เป็นฐาน ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่นักเรียนทุกคนคุ้นเคยในการใช้งานเป็นอย่างดี ด้วยความคุ้นเคยนี้นักเรียนจึงรู้สึกว่าการใช้งานได้ ประกอบกับขั้นตอนการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก สามารถเข้าใจและทบทวนกิจกรรมได้เองโดยปราศจากครูแนะนำ ทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานของนักเรียน และสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับแนวคิดของชินศรดา เลิศอมรพงษ์ และต้อมตา สมใจเพ็ง (2556) ที่ได้อธิบายว่า การใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ในเชิงลึก และเกิดความสะดวกรวดเร็ว สอดคล้องกับแนวคิดของยุพา เก่งกล้า (2561) ที่ได้อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้แบบโทรศัพท์เป็นฐานหรือโมบายเลิร์นนิ่ง ทำให้การจัดการเรียนรู้และการสื่อสารข้อมูลสามารถจัดกระทำได้ในทุกหนแห่งอย่างไร้ขอบเขต และเป็นสื่อการเรียนรู้ที่กำลังเป็นที่นิยมของกลุ่มผู้ใช้ค่อนข้างสูงในปัจจุบัน และเป็นการเรียนรู้จากกระบวนการสื่อสารผ่านช่องทางการใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายและแบบพกพาที่สามารถกระทำได้ในทุกเวลาทุกสถานที่ตามศักยภาพการเชื่อมโยงของเทคโนโลยีที่ใช้นั้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของการศึกษาไปในทางที่ดีขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของดุนัก เขวศรีกุล และคณะ (2558) เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีคุณภาพเทียบเคียงกันในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส มีความเข้าใจแนวคิดเรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ เนื่องมาจากชุดการสอนมินิคอร์ส ที่สร้างขึ้นมีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ PETER ซึ่งมีความชัดเจน และง่ายต่อการนำไปใช้ หากนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งต้องมีความชัดเจน ง่าย และสะดวกต่อการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงด้วย
2. ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยมีสาเหตุมาจากปัจจัยสนับสนุนหลายประการ ได้แก่ 1) ความพร้อมของสัญญาณอินเทอร์เน็ต และการเชื่อมต่อไปยังโทรศัพท์สมาร์ทโฟน 2) ความรู้ และทักษะพื้นฐานในการใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนของนักเรียน และ 3) การสร้างโอกาสในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้หรือการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ หากนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ควรคำนึงถึงปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้ร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน สามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและสูงขึ้นได้ ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สสำหรับเนื้อหาอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในเรื่องนั้นได้มากขึ้น เช่น เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น การหาปริพันธ์จำกัดเขต เป็นต้น

2. การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียววัดผลก่อนและหลัง จึงควรมีการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ของชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน โดยใช้แบบแผนการวิจัยอื่น เช่น แบบแผนอนุกรมเวลา (Time Series Design) หรือแบบวัดผลก่อนและหลัง มีกลุ่มควบคุม (Pretest-Posttest Control Group Design) เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชัน ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินงานโครงการครุต้นกล้าวิจัยของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนการทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิ้มิตของฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). **หลักสถิติ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จารุวัธ หนูทอง. (2560). ผลการพัฒนาชุดการสอนมินิคอร์สบนระบบปฏิบัติการ iOS เรื่อง การถ่ายภาพในสตูดิโอ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีสาขาการผลิภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล. **วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม**, 5(1).
- ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และต้องตา สมใจเพ็ง. (2556). **สื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เพื่อพัฒนาครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. **ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**, 5(1).
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2552). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. นนทบุรี: อินเทอร์เน็ต โปรเกรสซิฟ จำกัด.
- ดนุภัก เชาว์ศรีกุล และคณะ. (2558). การพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. **วารสารอินโฟเมชั่น**, 22(1).
- ทิวดี มณีโชติ. (2560). **สถิติกับการวิจัยชั้นเรียน**. เอกสารการประชุมวิชาการของคุรุสภา ประจำปี 2560. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.

- ทิตินา แหมมณี. (2552). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). **วิจัยการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. (2555). **การออกแบบการวิจัย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2554). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: เข้า ออฟ เคอร์มิสท์.
- เมธาสิทธิ์ ธีรรัตน์ศรีสกุล. (2559). **การพัฒนาความเข้าใจเชิงนิทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6. Proceedings การประชุมทางวิชาการคณิตศาสตร์ ประจำปี 2559 ครั้งที่ 21 (AMM) และการประชุมวิชาการคณิตศาสตร์บริสุทธิ์และประยุกต์ ประจำปี 2559 (APAM). ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**
- _____. (2561). **ผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สต่อความเข้าใจแนวคิดและความสามารถในการใช้ เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เอกสาร ประกอบการประชุมทางวิชาการของครุสภา ครั้งที่ 7. สำนักงานเลขาธิการครุสภา.**
- ยุพา เก่งกล้า. (2561). **การเรียนการสอนแบบ M-LEARNING. (ออนไลน์). เข้าถึงเมื่อ 21 มกราคม 2561. เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/589499>.**
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). **การวัดและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วาสนา บุญสม. (2555). **การสร้างชุดการสอนจุลบทเพื่อพัฒนสมรรถนะด้านการอ่านเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.**
- สำนักงานข้าราชการพลเรือน. (2561). **Digital Literacy คืออะไร. (ออนไลน์). เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2561. เข้าถึงได้จาก <https://www.ocsc.go.th/DLProject/mean-dlp>.**
- สิริพร ทิพย์คง. (2559). **การอภิปรายในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 61(689).**
- สุวิมล ติรภานันท์. (2556). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Anderson, J.R. (2009). **The Development and Affective Evaluation of Minicourse Structure for General Education Earth Science, Dissertation Abstracts International, 35(11).**
- Ferguson, G. (1989). **Statistical Analysis in Psychology & Education**. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

- Larson, R. (2011). **Precalculus with Limit**. New York: Charlie VanWagner.
- Lawshe, C.H. (1975). A Quantitative Approach to Content Validity. **Personal Psychology**, 28 (3).
- Walter, B.R. (1969). **The Minicourse as a Vehicle for Changing Teacher Behavior, the Research Evidence**. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Los Angeles, California.