

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ชั้นและตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่
คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
THE DEVELOPMENT OF FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST AND MODEL FOR REDUCING
MISCONCEPTIONS IN CALCULUS 1 OF HIGH VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

ศักดิ์ กิ่งไก่อ¹ สมโภชน์ อเนกสุข² สุรีพร อนุศาสนันท์³
Sakda Kingko¹, Sompoch Anegasukha² and Sureeporn Anusasananun³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 2) ศึกษาสาเหตุที่ทำให้ นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 3) พัฒนาตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 และ 4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามตัวแบบ (model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ด้วยวิธีปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 จากวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในปีการศึกษา 2558 แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 ได้แก่ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม จำนวน 3,239 คนจาก 12 วิทยาลัยได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้แก่ นักศึกษาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคสกลนครจำนวน 36 คน หนึ่งห้องเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองตัวแบบ (model) และนักศึกษาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จำนวน 33 คน หนึ่งห้องเรียน เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) กลุ่มที่ 3 ได้แก่ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสกลนครที่เคยเรียนวิชาแคลคูลัส 1 จำนวน 240 คน จาก 8 ห้องเรียนโดย ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) เพื่อทดสอบหาความบกพร่องในการเรียนวิชาแคลคูลัส 1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ชั้นจำนวน 19 ฉบับๆ ละ 18-32 ข้อ รวมทั้งสิ้น 491 ข้อ ซึ่งคัดเลือกมาจากข้อสอบ 645 ข้อ ได้มาโดยการพัฒนาแบบทดสอบวัดความบกพร่องชนิดเติมคำจำนวน 5 ฉบับ ๆ ละ 15 ข้อ การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

¹ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัย วัดผล และสถิติการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{2, 3} อาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ Ph.D. student in Research Measurement and Educational Statistics, Faculty of Education, Burapha University

^{2, 3} Lecturer, Department of Research and Applied Psychology, Faculty of Education, Burapha University

วินิจฉัยแบบสี่ชั้นจะหาเฉพาะชั้นที่หนึ่งซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับเนื้อหาหมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆกับชั้นที่สามซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกตอบตัวเลือกในคำถามชั้นที่หนึ่งเท่านั้น ส่วนคำถามชั้นที่สองและชั้นที่สี่เป็นการถามถึงระดับความมั่นใจในการตอบในคำถามชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สามตามลำดับ โดยจะหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผลการวิจัยพบว่า

1) จากการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจำนวน 19 ฉบับ ๆ ละ 27-36 ข้อ รวม 645 ข้อ พบว่าได้ข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์จำนวน 19 ฉบับๆละ 18-32 ข้อ จำนวน 491 ข้อ มีค่าความยากรายข้อของคำถามชั้นที่ 1 ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.72 - 0.89 ส่วนค่าความยากรายข้อของคำถามชั้นที่ 3 ตั้งแต่ 0.20 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20- 0.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.71- 0.89

2) สาเหตุที่ทำให้ นักศึกษามีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 พบว่า นักศึกษามีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในด้านบทนิยามและทฤษฎีบท ด้านสัญลักษณ์ ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและด้านกฎสูตร ตั้งแต่ร้อยละ 73.31 - 78.77 มีความมั่นใจในการตอบคำถามชั้นที่ 1 ต่ำกว่าระดับมั่นใจลงมาตั้งแต่ร้อยละ 88.05 - 91.49 โดยให้เหตุผลที่ผิดในการตอบตั้งแต่ร้อยละ 74.80 - 89.15 และมีความมั่นใจในการตอบคำถามชั้นที่ 3 ต่ำกว่าระดับมั่นใจลงมาตั้งแต่ร้อยละ 86.96 - 91.49

3) ตัวแบบ (model) กิจกรรมการปรับลดหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ตอนคือ 1) สำรวจภูมิหลังของนักเรียน 2) ออกแบบกิจกรรม 3) สร้างความรู้ 4) ประเมินเพื่อการเรียนรู้ และ 5) นำไปใช้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมที่ครูและผู้เรียนปฏิบัติ ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นผ่านการทดลองใช้และผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นพ้องตรงกันว่าองค์ประกอบในตัวแบบมีความสอดคล้องกัน ส่งเสริมและมีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

4) ผลการเปรียบเทียบหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงหมโนทัศน์ตามตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงหมโนทัศน์ด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดผลมีขนาดใหญ่ ($\gamma = 2.30, \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 9.26, CI=7.74-10.79$) แสดงว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีการปรับเปลี่ยนหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง

คำสำคัญ แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ชั้น ตัวแบบ หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

Abstract

This study had four objectives: 1) to develop four - tier diagnostic test in calculus 1 2) to study the cause of the students' misconceptions in calculus 1 3) to develop the model for reducing misconceptions and 4) to compare misconceptions in calculus 1 of the students in the procedure for changing misconceptions in accordance with the model developed by

the researcher with the students in the normal procedure for changing conceptions. The samples used in the study were the first year high vocational certificate industrial students of technical colleges in the Northeast under the Office of the Vocational Education Commission in the academic year 2015. The samples are divided into 3 groups: 1) The first group used in construction of the diagnostics tests instrument was the industrial students by means of cluster random sampling with 3,239 students from 12 colleges. 2) The second group used experimental group was electrician of Sakon Nakhon Technical College with 36 students in one classroom while the controlled group was the electrician of Udon Thani Technical College with 33 students in one classroom. The both groups had the same characteristics and were sampled by purposive sampling. 3) The third group used in was finding the 240 students of Sakon Nakhon Technical College who used to study calculus 1 in 8 classrooms sampled by purposive sampling. The instruments used in this study were 19 sets of four-tier diagnostic test with 491 items by means selected from 645 items and each test with 18-32 items. The test obtained by developing 5 set of completion tests each with 15 items. Finding quality of the four-tier diagnostic test would find only the first tier and third tier questions which the first tier was the question that asked the conceptual content of subject and the third tier was the question that asked the reason for choosing in the first tier choice. The second and fourth tier questions were asked about the level of confidence in the first and third questions respectively to find difficult, discriminating power of items and the reliability of the tests.

The Result of the study was as follow:

1. From construction the 19 tests of four-tier diagnostic test with 27-36 items and total in 645 items, the researcher got items that had quality with 19 tests with 18-32 items and total in 491 items. These items of the first tier question had a difficulty value of the items at 0.20-0.80, the discrimination was at 0.20-0.80 and the reliability value was at 0.72-0.89. But the difficulty value of the third tier question was at 0.20-0.76. The discrimination was at 0.20-0.82 and the reliability value was at 0.71-0.89.

2. The cause to have misconception of the students in calculus 1 was found that they had misconceptions in the definition, symbols, problem solving procedure and formula rule at 73.31 % – 78.77 %. There were confident levels of answering the one -tier question lower than confident level at 88.05 % - 91.49 % by the wrong reason in the answer at 74.80 % - 89.15 % and there were confident levels of answering the third -tier question lower than confident level at 88.05 % - 91.49 %.

3. The developed model for reducing misconceptions in calculus 1 consisted of 5 steps : 1) to survey the students' backgrounds 2) to design the activities 3) knowledge conforming 4) assessment for learning 5) to apply. On the whole, it was found that the model was suitable at the highest level and the specialists had the consistent agreement that the factors in the model were consistent, supportable and related to one another.

4. The result in comparison of the students' misconceptions in calculus 1 for changing conceptions in accordance with the model developed by the researcher with the students in normal procedure was found that the developed mean of the students in the experimental group was higher than the controlled group with statistical significant ($p < 0.05$). The mean of effect size had big size ($\gamma = 2.30, \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 9.26, CI = 7.74-10.79$), showed that students of experimental group had their reduced misconceptions.

Keywords : Four - Tier Diagnostic Test , Model , Misconception

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาความคิดของมนุษย์และความเจริญก้าวหน้าของโลก มนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ดังจะเห็นได้ว่าปัจจุบันเป็นยุคความเจริญด้านคอมพิวเตอร์ นิวเคลียร์และอวกาศ ซึ่งสะท้อนให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ เช่น ทฤษฎีสัมพัทธ์ (Relativity Theory) ของ Albert Einstein (ค.ศ. 1879-1955) ผลงานของ Clause Shannon ในปี ค.ศ. 1938 ซึ่งให้เห็นว่าพีชคณิตบูลีน และเลขคณิตสามารถเลียนแบบได้ด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์คือคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์อื่น ๆ (ฉวีวรรณ เสวตมัลย์, 2545 : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555.)

วิชาแคลคูลัสเป็นวิชาที่พัฒนามาจากวิชาพีชคณิตและเรขาคณิต โดยแบ่งออกเป็นสองภาคคือภาคการดิฟเฟอเรนเชียลแคลคูลัส (Differential Calculus) ซึ่งเป็นคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลง ส่วนอีกภาคหนึ่งคืออินทิกรัลแคลคูลัส (Integral Calculus) เป็นการหาฟังก์ชันหรือความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่เปลี่ยนค่าได้ เมื่อกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงให้และการประยุกต์ใช้ เช่น การหาพื้นที่ใต้กราฟ การหาปริมาตรของรูปทรงตัน เป็นต้น (Salas, S.L. & Hille, E., 1971 และ พรคพงศ์สินี สนิทวงศ์, 2518)

นอกจากนี้วิชาแคลคูลัสเป็นวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ในระดับสูง นักศึกษาหลายคนพยายามที่จะทำความเข้าใจในเรื่องของการหาอนุพันธ์ (Parameswaran, 2007) Uygur & Ozdas (2005) ได้ยืนยันอีกว่าอนุพันธ์เป็นมโนทัศน์ที่ยากมากสำหรับนักศึกษาหลายคน และมันจะยากยิ่งขึ้นเมื่อฟังก์ชันที่จะหาอนุพันธ์เป็นฟังก์ชันประกอบ Tall (1993) ได้ชี้ให้เห็นว่าสัญลักษณ์ $\frac{dy}{dx}$ ของ Leibniz จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ในวิชาแคลคูลัส ซึ่งมันก็เป็นมูลเหตุทำให้เกิดปัญหาทางมโนทัศน์อย่างร้ายแรงเช่นเดียวกัน เมื่อนักศึกษาคิดว่ามันหมายถึงเศษส่วนจำนวนหนึ่งหรือมันเป็นสัญลักษณ์อันหนึ่ง เขายังได้อธิบายต่อไปอีกว่า

ความยากอีกประการหนึ่งของสัญลักษณ์ของกฎลูกโซ่คือเกิดภาวะความยุ่งยากใจที่ว่า du สามารถตัดทอนกันได้หรือไม่ในสมการ $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \times \frac{du}{dx}$ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาในสังกัดสถานศึกษาขนาดใหญ่ กลางและเล็ก จำนวน 6 สถานศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายๆเรื่อง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนวิชาแคลคูลัสไม่ประสบความสำเร็จ เพราะการเรียนวิชาแคลคูลัสนั้นต้องใช้ความเข้าใจในมโนทัศน์ในระดับที่สูง ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางแคลคูลัส 1 ให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยทำการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ขั้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการค้นหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ข้อมูลที่ได้จะทำให้ทราบว่านักศึกษาแต่ละคนมีข้อบกพร่องในจุดใดแล้วจึงพัฒนาตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาใช้ปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1
2. เพื่อศึกษาสาเหตุที่ทำให้นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1
3. เพื่อพัฒนาตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1
4. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ด้วยวิธีปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นลดลงมากกว่านักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ด้วยวิธีปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแบบทดสอบและตัวแบบ มีวิธีการดำเนินการดังนี้

- 1) การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิชาแคลคูลัส 1 มีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้
 - 1.1) ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องในมโนทัศน์ในวิชาแคลคูลัส 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ฉบับๆละ 15 ข้อ ให้ผู้เรียนเขียนตอบ
 - 1.2) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณา เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 1.3) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2) ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาแคลคูลัส 1 มาแล้ว ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในสถานศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยการสุ่มอย่างง่ายมีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

1.4) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยทำรอยขีด (tally) รูปแบบคำตอบที่ผิดเหมือนกัน และข้อผิดพลาดต่างๆไว้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

1.5) นำข้อมูลที่ได้ในข้อ 1.4) มาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางแคลคูลัส 1 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบสี่ชั้น ในข้อคำถามหนึ่งๆจะถามสี่ชั้น โดยคำถามในชั้นที่หนึ่งจะถามเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ต้องการจะวัด ส่วนคำถามในชั้นที่สองจะถามถึงระดับความมั่นใจในการตอบคำถามในชั้นที่หนึ่ง คำถามในชั้นที่สามจะถามถึงเหตุผลในการตอบคำถามในชั้นที่หนึ่งและคำถามในชั้นที่สองจะถามถึงระดับความมั่นใจในการตอบคำถามในชั้นที่สาม โดยใช้คำถามจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ สร้างตัวลงจากข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

1.6) นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณา เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.7) นำข้อสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วในข้อ 1.6) มาจัดแบบทดสอบออกเป็นฉบับย่อยจำนวนทั้งสิ้น 19 ฉบับแล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

1.8) วิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพข้อสอบด้านความยากง่ายข้อ อำนาจจำแนกรายข้อ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.9) คัดเลือกข้อสอบ โดยถือเกณฑ์ข้อสอบที่ใช้ได้มีค่าความยากง่ายข้อตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20-1.00

2) การสร้างตัวแบบ

2.1) จากกรอบแนวคิดในการสร้างตัวแบบ ผู้วิจัยได้นำมาร่างตัวแบบเพื่อปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในวิชาแคลคูลัส 1 ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สำรวจภูมิหลังของผู้เรียน ขั้นที่ 2 ออกแบบกิจกรรม ขั้นที่ 3 สร้างความรู้ ขั้นที่ 4 ประเมินเพื่อการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 นำไปใช้

2.2) ศึกษาความเป็นไปได้ของตัวแบบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน เป็นครูผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาแคลคูลัส 1 มาอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 คน เป็นอาจารย์สอนในระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 3 คนโดยมีคุณวุฒิปริญญาเอก สาขาพัฒนาหลักสูตรและการสอน ตอบแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของตัวแบบ

2.3) การทดลองใช้ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ภายหลังจากปรับแก้ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางแคลคูลัส 1 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำตัวแบบที่พัฒนาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 สังกัดวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 36 คน หนึ่งห้องเรียน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและจากวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จำนวน 33 คน หนึ่งห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ทำการทดลองใช้ตัวแบบจำนวน 3 รอบๆละ 3 สัปดาห์ๆละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 27 คาบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับชั้นปีที่ 1 ซึ่งศึกษาในสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคและวิทยาลัยการอาชีพในภาควันออกเฉียงเหนือของ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2558 จำนวน 8,434 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับชั้นปีที่ 1 ซึ่งเคยเรียนวิชา แคลคูลัส 1 มาแล้วและศึกษาในสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคและวิทยาลัยการอาชีพในภาควันออกเฉียงเหนือ สังกัด คณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จำนวน 3,239 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ตัวแบบได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างไฟฟ้า ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 36 คน สังกัด วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร โดยเลือกมาหนึ่งห้องด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง ส่วนกลุ่มควบคุมหนึ่งห้องเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างไฟฟ้า ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 33 คน สังกัดวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงและมีคุณลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ขั้น จำนวน 19 ฉบับๆ ละ 27-37 ข้อ จำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 491 ข้อ และตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน

ทดสอบสมมุติฐานโดยการคำนวณหาขนาดของผล (effect size) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$\gamma = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma}$$

เมื่อ γ แทนขนาดของผล

μ_0 แทนคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลอง

μ_1 แทนคะแนนเฉลี่ยกลุ่มควบคุม

σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร เมื่อ $\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_0^2 + \sigma_1^2}{2}}$

σ_0^2 แทนความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

σ_1^2 แทนความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

N_1 แทนจำนวนตัวอย่างของกลุ่มทดลอง

N_2 แทนจำนวนตัวอย่างของกลุ่มควบคุม

การแปลผลค่าขนาดของผลของโคเฮน (Cohen, 1988)

ค่าขนาดของผลมากกว่า 0.80 หมายถึงขนาดผลใหญ่

ค่าขนาดของผลมากกว่า 0.50 หมายถึงขนาดผลปานกลาง

ค่าขนาดของผลน้อยกว่า 0.80 หมายถึงขนาดผลเล็ก

โดยวิเคราะห์ช่วงระดับความเชื่อมั่นในระดับ 95 %

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 แบบสี่ขั้น ได้แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 แบบสี่ขั้นที่มี มีคุณภาพจำนวน 19 ฉบับ จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ 491 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 646 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 75.86 ข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากรายข้อของคำถามขั้นที่ 1 ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.72 - 0.89 ส่วนค่าความยากรายข้อของคำถามขั้นที่ 3 ตั้งแต่ 0.20 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20- 0.82 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตั้งแต่ 0.71- 0.89

2. จากผลการทดสอบก่อนเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 19 ฉบับ พบว่าสาเหตุที่ทำให้นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 สรุปได้ดังนี้

2.1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านบทนิยามและทฤษฎี พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านบทนิยามและทฤษฎีบทมากที่สุดในเรื่องบทนิยามของอนุพันธ์ อันดับสูงสุดร้อยละ 84.57 รองลงมาเรื่องบทนิยามของลิมิตอนันต์ 84.57% และ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือเรื่องทฤษฎีบทของลิมิตทฤษฎีบทที่ 8 ร้อยละ 65.74 ในด้านการให้เหตุผลในการตอบคำถามขั้นที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนให้เหตุผลที่ผิดในการตอบมากที่สุดในเรื่องค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดร้อยละ 91.67 รองลงมาเรื่องนิยามของค่าเชิงอนุพันธ์ร้อยละ 88.89 และ ให้เหตุผลที่ผิดในการตอบน้อยที่สุดในเรื่องทฤษฎีบทของลิมิตทฤษฎีบทที่ 6 ร้อยละ 60.19

2.2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านสัญลักษณ์ พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านสัญลักษณ์มากที่สุดในเรื่องลิมิตร้อยละ 85.42 รองลงมาเรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลง 84.76% และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือเรื่องค่าเชิงอนุพันธ์ ร้อยละ 69.44 ในด้านการให้เหตุผลในการตอบคำถามขั้นที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนให้เหตุผลที่ผิดในการตอบมากที่สุดในเรื่องลิมิต ร้อยละ 87.50 รองลงมาเรื่องทฤษฎีบทของลิมิตทฤษฎีบทที่ 7 และ 8 ร้อยละ 87.04 และ ให้เหตุผลที่ผิดในการตอบน้อยที่สุดในเรื่องทฤษฎีบทของลิมิตทฤษฎีบทที่ 6 และค่าเชิงอนุพันธ์ ร้อยละ 60.19

2.3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านการการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหามากที่สุดในเรื่องความต่อเนื่อง ร้อยละ 94.44 รองลงมาเรื่องความเร็ว ร้อยละ 91.67 และ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือเรื่องการหาปริพันธ์ด้วยสูตร $\int a^u du = \frac{a^u}{\ln u} + c$ ร้อยละ 60.19 ในด้านการให้เหตุผลในการตอบคำถามขั้นที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนให้เหตุผลที่ผิดในการตอบมากที่สุดในเรื่องความเร่ง ร้อยละ 96.30 รองลงมาเรื่องการหาปริพันธ์ ด้วยสูตร $\int x^n du = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$ ร้อยละ 94.44 และ ให้เหตุผลที่ผิดในการตอบน้อยที่สุดในเรื่องการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึมและเลขชี้กำลังด้วยสูตร $\frac{d}{dx}(u + v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$

, $\frac{d}{dx}(a^u) = a^u \ln a \frac{du}{dx}$, $\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2}$ ร้อยละ 65.74

2.4) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านกฎ สูตร $d(x) = dx$ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มี มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านกฎ สูตรมากที่สุดในเรื่องสูตรค่าเชิงอนุพันธ์สูตร

$$d(\csc^{-1} u) = \frac{-1}{|u|\sqrt{u^2 - 1}} du \quad \text{ร้อยละ 90.28} \quad \text{รองลงมาเรื่องสูตรค่าเชิงอนุพันธ์สูตร } d(u^n) = nu^{n-1} du$$

ร้อยละ 88.89 และ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือเรื่องสูตรอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติสูตร $\frac{d}{dx}(\cos u) = -\sin u \frac{du}{dx}$, $\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$ ร้อยละ 65.71 ในด้านการให้เหตุผลในการตอบคำถามขั้นที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนให้เหตุผลที่ผิดในการตอบมากที่สุดในเรื่องสูตรค่าเชิงอนุพันธ์สูตร $d(cu) = cdu$ ร้อยละ 91.67 รองลงมาเรื่องสูตรค่าเชิงอนุพันธ์สูตร $d(a^u) = a^u \ln a du$ ร้อยละ 88.89 และให้เหตุผลที่ผิดในการตอบน้อยที่สุดในเรื่องสูตรค่าเชิงอนุพันธ์สูตรสูตร $d(uv) = u dv + v du$ ร้อยละ 62.50

3. ผลการพัฒนาตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ได้ตัวแบบ กิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สืบหาภูมิหลังผู้เรียน ขั้นที่ 2 ออกแบบกิจกรรม ขั้นที่ 3 สร้างความรู้ ขั้นที่ 4 ประเมินเพื่อการเรียนรู้ และขั้นที่ 5 นำไปใช้ จากการ ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่าตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นพ้องตรงกันทุกคนว่าองค์ประกอบ ในตัวแบบมีความสอดคล้องกัน ส่งเสริมและมีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

4. ผลสรุปการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์

4.1) ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาที่เข้า สู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักศึกษาที่เข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลง มโนทัศน์ด้วยวิธีปกติพบว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยส่วนใหญ่มีค่าขนาดอิทธิพลใหญ่

4.2) ผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักศึกษากลุ่มทดลองหลังผ่านกระบวนการพัฒนาด้วยตัวแบบ กิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 พบว่า

4.2.1) ผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ด้านบทนิยาม และทฤษฎีพบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีการ ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงแทบทุกเรื่อง โดยมีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงตั้งแต่ 6.67% - 48%

4.2.2) ผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ด้านสัญลักษณ์พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีการปรับเปลี่ยน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงแทบทุกเรื่อง โดยมีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงตั้งแต่ 0.57% - 38%

4.2.3) ผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาพบว่านักศึกษากลุ่มทดลอง มีการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงแทบทุกเรื่อง โดยมีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงตั้งแต่ 4.29% - 45%

4.2.4) ผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ด้านกฎ สูตร พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีการปรับเปลี่ยนมโน ทรรศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงแทบทุกเรื่อง โดยมีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงตั้งแต่ 3.70% - 47.92%

การอภิปรายผล

จากผลการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ขั้นและตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย 3 ประเด็นได้แก่ (1) ลักษณะของชุดเครื่องมือวินิจฉัย (2) ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 และ (3) ปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน รายละเอียดแต่ละประเด็นมีดังนี้

1. ลักษณะของชุดเครื่องมือวินิจฉัย

ชุดเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบสี่ขั้น ชนิดเลือกตอบกล่าวคือข้อสอบในแต่ละข้อจะมีคำถาม 4 ขั้นคือ คำถามขั้นที่ 1 ถามความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหานั้นๆ มี 4 ตัวเลือก คำถามขั้นที่ 2 ถามระดับความมั่นใจในการตอบคำถามขั้นที่ 1 ว่ามีความมั่นใจในการตอบมากน้อยเพียงใดมี 5 ตัวเลือกคือเดา ไม่มั่นใจ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจมากที่สุด คำถามขั้นที่ 3 ถามเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้นในคำถามขั้นที่ 1 มี 4 ตัวเลือก และคำถามขั้นที่ 4 ถามระดับความมั่นใจในการตอบคำถามขั้นที่ 3 ว่ามีความมั่นใจในการตอบมากน้อยเพียงใดมี 5 ตัวเลือกคือเดา ไม่มั่นใจ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจมากที่สุด เครื่องมือวินิจฉัยชุดนี้มีลักษณะและจุดเด่นที่แตกต่างจากเครื่องมือวินิจฉัยอื่นๆ เช่น สามารถป้องกันการตอบถูกเนื่องมาจากการเดาหรือตอบถูกเนื่องมาจากไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนั้นจริงได้ในการตอบคำถามขั้นที่ 1 เพราะมีคำถามขั้นที่ 3 ได้ถามถึงเหตุผลที่เลือกตอบข้อนั้นในคำถามขั้นที่ 1 คำถามขั้นที่ 3 สามารถบ่งชี้ได้ว่าผู้ตอบมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องหรือไม่ ยิ่งไปกว่านั้นยังถามถึงระดับความมั่นใจในการตอบว่าผู้ตอบมีความมั่นใจอยู่ในระดับใด (เดา ไม่มั่นใจ มั่นใจ มั่นใจมาก มั่นใจมากที่สุด) ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจในการตอบกับคำตอบที่นักศึกษาตอบในคำถามขั้นที่ 1 และ 2 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ในการตอบถูกไว้นักศึกษาจะต้องตอบถูกในคำถามขั้นที่ 1,3 และมีระดับความมั่นใจในการตอบในคำถามขั้นที่ 1,3 ตั้งแต่ระดับมั่นใจขึ้นไปจึงจะได้หนึ่งคะแนน นอกจากนี้เครื่องมือวินิจฉัยชุดนี้ยังดีกว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบอัตนัย เพราะแบบอัตนัยมีจุดอ่อนที่ผู้ตอบบางคนไม่สามารถเขียนบรรยายรูปแบบการคิดหรือการตอบของตนเองออกมาได้ ทำให้ไม่ทราบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับ Treagust (1988) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบสองขั้น (two-tier diagnostic test) เพื่อป้องกันการเดาคำตอบและข้อจำกัดในการตัดสินความมีเหตุผลในการเลือกตอบคำตอบในแต่ละข้อในแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบและแก้ปัญหาการขาดทักษะในการเขียนเหตุผลอธิบายในแบบทดสอบอัตนัย

2. ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้เป็นนวัตกรรมเชิงกระบวนการซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผู้เรียนเพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานี้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ พัฒนามาจากแนวคิด ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ สาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หลักการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้เป็นตัวแบบเชิงภาษา (semantic model) เป็นตัวแบบที่มีจุดเด่นคือสามารถอธิบายสาระของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ได้ดีซึ่งสอดคล้องกับ Keeves (1997) ที่กล่าวว่าตัวแบบเชิงภาษามีลักษณะที่สำคัญคือตัวแบบจะแสดงในรูปของภาษา

(verbal form) อธิบายเรื่องราว ปรากฏการณ์ได้ดีทำให้เข้าใจได้อย่างรวดเร็ว องค์ประกอบของตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในแต่ละองค์ประกอบตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี หลักการและองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันเชิงโครงสร้าง ในกระบวนการดำเนินการพัฒนาตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 มีผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนแคลคูลัส มีส่วนร่วมในการกำหนดองค์ประกอบของตัวแบบและตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ตัวแบบมีประสิทธิภาพ ดังผลการประเมินความเหมาะสมของตัวแบบและความสอดคล้องของตัวแบบ ในภาพรวมพบว่าตัวแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นพ้องกันว่าองค์ประกอบในตัวแบบมีความสอดคล้องกัน ส่งเสริมและมีส่วนเกี่ยวข้องกัน ดังนั้นตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 นี้จึงสามารถนำไปใช้ในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของผู้เรียนได้จริง

3. ปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ทางวิชาแคลคูลัส 1 เดิมที่นักศึกษามีก่อนเรียนและหลังได้รับการพัฒนาโดยใช้ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ซึ่งสามารถอภิปรายได้ในประเด็นต่อไปนี้

3.1 ก่อนได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1

ผลการทดสอบมโนทัศน์ก่อนเรียนด้วยชุดเครื่องมือวิจัยมโนทัศน์ทั้ง 19 ฉบับ พบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 สูงกว่า 75.69 % ทั้ง 4 ด้านคือ

1) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านบทนิยามและทฤษฎีตั้งแต่ 65.74 % - 87.78 % ในภาพรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 77.42 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 60.19 % - 91.67 % ในภาพรวม 78.39 %

2) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านสัญลักษณ์ตั้งแต่ 69.44 % - 85.42 % ในภาพรวม 78.77 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 60.19 % - 87.50 % ในภาพรวม 74.80 %

3) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 40.28 % - 94.44 % ในภาพรวม 73.31 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 67.86 % - 96.30 % ในภาพรวม 81.16 %

4) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านกฎ สูตรตั้งแต่ 65.71 % - 90.28 % ในภาพรวม 77.78 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 62.50 % - 91.67 % ในภาพรวม 77.10 % จะเห็นว่านักศึกษามีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 มาก หรือผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาหมโนทัศน์นั้น ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคะนอง (2557) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และแนวคิดเชิงลึกของเนื้อหาเหล่านั้น ทำให้ไม่สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ได้

3.2 หลังการได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ผลการทดสอบมโนทัศน์หลังเรียนด้วยชุดเครื่องมือวิจัยมโนทัศน์ทั้ง 19 ฉบับ พบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ลดลงทั้ง 4 ด้านคือ

1) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านบทนิยามและทฤษฎีตั้งแต่ 6.67 % - 48 % ในภาพรวม 34.10% และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 12.78% - 52.78% ในภาพรวม 33.50 %

2) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านสัญลักษณ์ตั้งแต่ 0.57 % - 38 % ในภาพรวม 16.14% และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 1.71 % - 37.14 % ในภาพรวม 20.61 %

3) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 4.29 % - 47.22 % ในภาพรวม 32.47 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 8.89 % - 60 % ในภาพรวม 33.11 %

4) มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ด้านกฎ สูตรตั้งแต่ 3.70 % - 55.56 % ในภาพรวม 28.22 % และมีการให้เหตุผลประกอบการตอบที่ผิดตั้งแต่ 5.56 % - 49.17 % ในภาพรวม 27.75 % จะเห็นว่านักศึกษาที่มีปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ลดลงมากในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาค่าขนาดอิทธิพลของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่า ส่วนใหญ่ค่าขนาดอิทธิพลมีขนาดใหญ่ นั่นแสดงว่าปริมาณมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษากลุ่มทดลองลดลงจากเดิมในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากประเด็นต่อไปนี้ ดังที่ อัมพร ม้าะนอง (2557) กล่าวไว้คือ มีการสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนสอน เนื่องจากความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ ซึ่งการสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก็เป็นขั้นตอนหนึ่งที่อยู่ในตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียน โดยมีการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากชุดเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมปรับลดมโนทัศน์ให้เหมาะสมกับแต่ละมโนทัศน์ และมีการประเมินผลเป็นระยะอย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน และใช้ผลการประเมินปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังในตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 4 คือการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (formative assessment)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ สามารถพัฒนาผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ทั้งผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ ปานกลาง สูงได้ โดยครูผู้สอนต้องจำแนกความสามารถนักเรียนออกมาก่อน แล้วจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสามารถของกลุ่มผู้เรียน

1.2 การจัดกระบวนการเรียนการสอนตามตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ ในแต่ละขั้นตอนมีความยืดหยุ่น เปิดโอกาสพิจารณาใช้เทคนิควิธีการอื่นๆได้อย่างหลากหลายตามลักษณะเนื้อหา และระดับความสามารถของผู้เรียน และครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการใช้ตัว

แบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 และคู่มือการใช้เครื่องมือชุดวินิจฉัยมโนทัศน์ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องในระยะยาวและเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อทราบถึงพัฒนาการของการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์

2.2 ควรศึกษาการนำตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1 ไปใช้กับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและข้อจำกัดของตัวแบบกิจกรรมการปรับลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาแคลคูลัส 1

เอกสารอ้างอิง

- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2545). *การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- พงศ์สนธิ สนิทวงศ์. (2518). *แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Keeves, J.P. (1997). *Education research, methodology, and measurement an international handbook*. Oxford: Pergamon Press.
- Parameswaran. (2007). *Obstacles to student's understanding of the limit concept*. [Online]. Available from: <https://keynote onference-sevices.net/resources/.../cerme10-0231.pdf>.
- Salas, S. L, & Hille, E. (1971). *Calculus one and several variables*. (3rd ed). New York: John Wiley & Sons.
- Tall, D.O. (1993). *Functions and Calculus*. [Online]. Available from: <http://citeseerx.ist.pu.edu/viewdee/download?doi=10.1.1.377.207>
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate student' misconceptions in science. *International Journal of science education*, 10(2), 159-169.
- Uygur & Ozdas. (2005). *Calculus student' understanding of the derivative in relation to the vertex of a quadratic function*. [Online]. Available from: <http://scholarworks.gsu.edu/math-diss>.