

การออกแบบการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันเพื่อ เสริมสร้างความเข้าใจที่คงทนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง

An Instructional Design on the Mathematical Function to Enhance and Enduring Understanding of Tenth Grade Students Using Backward Design Along with Authentic Learning

ปิยวดี วงษ์ใหญ่ และ ไพโรจน์ น่วมนุ่น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันโดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง และเพื่อศึกษาประสิทธิผลในด้านความเข้าใจที่คงทน และศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยใช้กลุ่มทดลอง กลุ่มเดียวและมีการทดสอบหลังทดลอง ๒ ครั้ง เพื่อออกแบบและหาประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๒๑ คน ใช้เวลา ๑๐ สัปดาห์เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน (หลังการทดลอง และหลังการทดลอง ๓ สัปดาห์) ใบกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรม แบบบันทึกการสัมภาษณ์ และแบบบันทึกการผ่านเกณฑ์เป็นรายบุคคล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบทวินาม การทดสอบทีแบบรายคู่ และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากทดลอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ร้อยละ ๗๐ ขึ้นไป มีความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้านผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๑๐ ภายหลังจากทดลอง ๓ สัปดาห์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ มีความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้านและ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันทั้งสามด้านดีขึ้น อย่างเป็นลำดับ

Abstract

The purposes of this study were to design mathematical instruction on the topic function by using the backward design and authentic learning, and to study its effects on the content understanding of function and its retention. Additionally, the study also examined the development of content understanding. Research and development was conducted along with one experimental group and posttest – retention test design in order to find out the effectiveness of the mathematical instruction. The samples of 21 grade ten students were selected. The duration of the experiment was 10 weeks. The research instruments consisted of the tests of content understanding of function, worksheets, observation form for learning behavior, interview form and summary student form. Data were analyzed by binomial test, paired t -test and content analysis.

The results revealed that more than 70% of the students participating in mathematics instruction displayed content understanding of function that met criteria at a .10 level of significance as well as the students also displaying retention in the content understanding of function after a three-week period. The students gradually improved their content understanding in all three aspects: definition and notation, representation, and application.

ความเป็นมาของปัญหาการวิจัย

คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๕๒: ๕๖) ด้วยเหตุนี้ การจัดการศึกษาในประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย จึงได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การพัฒนา **ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน** ถือเป็นเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับนี้ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น (O'Callaghan, 1998; NCTM, 2000) หากนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องฟังก์ชัน อาจส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หัวข้อเรื่องอื่นๆ เช่น ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และแคลคูลัส อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันถือเป็นสิ่งท้าทายสำหรับครู เนื่องจากความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันเป็นสิ่งที่ซับซ้อนโดยมีความคิดรวบยอดย่อยต่างๆ รวมเข้าด้วยกัน (Lloyd and Wilson, 1998) จากการศึกษาสภาพจริงพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องฟังก์ชันหลายประการ เช่น นักเรียนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์กับฟังก์ชันได้ นักเรียนไม่สามารถเทียบเคียงระหว่างตัวแทนฟังก์ชันเดียวกันที่อยู่ในรูปที่ต่างกัน เช่น กราฟกับสัญลักษณ์ อีกทั้งนักเรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชัน สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาที่

พบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่คลาดเคลื่อนเรื่องฟังก์ชันหลายประการ (เกษสุดา บุรณพินศักดิ์, ๒๕๔๕; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, ๒๕๔๖) ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ โดยเฉพาะในแนวคิดหลักที่สำคัญ (Big ideas) เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาจากเอกสารและงานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ การเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย และการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจได้ (Bransford et al, 2000) ด้วยเหตุนี้จึงศึกษาวิธีการออกแบบย้อนกลับ (Backward design) ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบและจัดการเรียนการสอนที่มีจุดเด่นคือ การย้อนเอาขั้นสุดท้ายคือ การวัดและการประเมินผล มาคิดพิจารณาตั้งแต่เริ่มต้น โดยพิจารณาแนวคิดหลักที่สำคัญที่จะประเมินก่อนช่วยให้ผู้สอนออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างเป็นขั้นตอนได้ สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (Wiggins and Mctighe, 2004) นอกจากนี้ยังศึกษาการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning) ซึ่งเป็นแนวคิดที่สนับสนุนการเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย และการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้งานในสถานการณ์ชีวิตจริง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดหลักที่สำคัญได้ (Newmann, King and Carmichael, 2007) อีกทั้งยังศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง คือ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งมีจุดเด่นคือ ทำให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงศักยภาพของนักเรียน

อย่างเพียงพอและตรงตามสภาพจริง ได้รู้ลึกถึง
ความเข้าใจในแนวคิดหลักที่สำคัญของนักเรียน
ทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน
และการเรียนการสอนอีกด้วย (Newmann,
King and Carmichael, 2007)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมี
ความสนใจในวิธีการออกแบบย้อนกลับกับ
การเรียนรู้ตามสภาพจริงมาใช้ในการออกแบบ
การจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน ศึกษา
ประสิทธิผลในด้านความเข้าใจที่คงทน รวมทั้ง
ศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน ผล
จากการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ตัวแบบของ
การออกแบบและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตาม
สภาพจริง อีกทั้งยังได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับ
การนำวิธีการออกแบบย้อนกลับที่ใช้ในการวิจัย
มาใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ ตลอดจนได้แนวทางในพัฒนา
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

จุดประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอน
เรื่องฟังก์ชันโดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับ
การเรียนรู้ตามสภาพจริง

๒. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัด
การเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันตามแนวทางที่
ออกแบบ โดยศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนใน
ด้านความเข้าใจที่คงทนและศึกษาพัฒนาการ
ของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน

ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ **ความเข้าใจที่คงทน** หมายถึง

ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน และความคงทนของ
ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน

ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน หมายถึง ความเข้าใจ
ในแนวคิดหลักที่สำคัญเรื่องฟังก์ชัน ซึ่งเน้น
ในสามด้าน ได้แก่ ด้านความหมายและสัญลักษณ์
ของฟังก์ชัน ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน และด้าน
การประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาใน
สถานการณ์ชีวิตจริง

ความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน
หมายถึง ผลการประเมินความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน
หลังการทดลองเทียบกับภายหลังสิ้นสุด
การทดลอง ๓ สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน

เกณฑ์ประสิทธิผลในด้านความเข้าใจที่
คงทน คือ

๑. ภายหลังการทดลอง นักเรียนร้อยละ
๗๐ ขึ้นไป มีความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันในแต่ละ
ด้านผ่านเกณฑ์

๒. ภายหลังการทดลอง ๓ สัปดาห์ นักเรียน
มีความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันใน
แต่ละด้าน โดยเปรียบเทียบผลจากการทำแบบ
ทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน หลัง
การทดลองกับหลังการทดลอง ๓ สัปดาห์ ไม่
แตกต่างกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual framework) และวรรณคดีที่สนับสนุน กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบ
และจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้าง
ความเข้าใจในแนวคิดหลักที่สำคัญ โดยแบ่งเป็น
๒ ส่วน คือ **ส่วนแรก** คือ การออกแบบการเรียนรู้

การสอนเรื่องฟังก์ชัน ซึ่งอาศัยแนวคิดหลัก ๒ ประการ คือ ประการแรก **วิธีการออกแบบย้อนกลับ** ซึ่งกระบวนการออกแบบการเรียนรู้การสอนที่ใช้การวัดและประเมินผลแนวคิดหลักที่สำคัญเป็นตัวกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน มี ๓ ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ ๑ พิจารณาคัดเลือกแนวคิดหลักที่สำคัญของเนื้อหาที่สอน ขั้นที่ ๒ พิจารณากำหนดตัวชี้วัดที่แสดงออกถึงความเข้าใจแนวคิดหลักที่สำคัญและออกแบบการประเมิน และขั้นที่ ๓ วางแผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยตัวชี้วัดที่กำหนดเป็นแนวทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ (Wiggins and McTighe, 2004) และประการที่สอง **การเรียนรู้ตามสภาพจริง** ซึ่งใช้เป็นฐานคิดสำหรับวางแผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ ๓ ในงานวิจัยนี้ การเรียนรู้ตามสภาพจริงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ชีวิตจริงที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับนักเรียนเป็นเครื่องมือสร้างเสริมความเข้าใจแนวคิดหลักที่สำคัญเรื่องฟังก์ชัน โดยนักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ชีวิตจริงที่หลากหลายและใกล้ตัว ลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางของตนเอง มีอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และสะท้อนความคิด ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริงอย่างต่อเนื่องทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ (Newmann, King, and Carmichael, 2007) นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดอื่นที่เกี่ยวข้อง คือ ๑) การประเมินตามสภาพจริง (Newmann, King, and Carmichael, 2007) ซึ่งใช้เป็นฐานคิดสำหรับออกแบบการประเมินความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน และ ๒) การสร้างความรู้ความเข้าใจผ่านตัวแทนแนวคิดที่หลากหลาย (Multiple

representation) (Yerushalmy & Shternberg, 2001; Rider, 2004) ซึ่งใช้สำหรับออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ **ส่วนที่สอง** คือ การจัดเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน ตามแนวทางที่ออกแบบควบคู่กับการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) และการประเมินตัวชี้วัดอย่างต่อเนื่อง การตรวจสอบปัญหาการเรียนรู้และดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในทันที และการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยเน้นหัวข้อที่นักเรียนมีปัญหา

สำหรับการพัฒนา**ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน**ในงานวิจัยนี้ เน้นแนวคิดหลักที่สำคัญในสามด้าน คือ ด้านความหมายและสัญลักษณ์ ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน และด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง ในการประเมินความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันดังกล่าว ผู้วิจัยประเมินโดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับความเข้าใจ ตามแนวทางของ**อนุกรมวิธานแบบโซโล** (SOLO Taxonomy) (Bigg and Collis, 1982) โดยเลือกศึกษาระดับความเข้าใจใน ๔ ระดับแรก ได้แก่ **ระดับ ๑ ก่อนโครงสร้าง** นักเรียนไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันได้ด้วยตนเอง ไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดย่อยต่างๆ และยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน **ระดับ ๒ โครงสร้างเดี่ยว** นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันอย่างง่ายได้ แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันที่สลับซับซ้อนได้ โดยสามารถระบุสิ่งที่เรียนรู้ในลักษณะของความจำสามารถทำภาระงานอย่างง่ายได้ **ระดับ ๓ โครงสร้างหลากหลาย** นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันที่สลับซับซ้อนได้มากขึ้น แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์หรือบูรณาการ

ความคิดรวบยอดฟังก์ชันต่างๆ เข้าด้วยกันได้ โดยสามารถจำแนก บรรยาย อธิบาย ระบุ รายการ ผสมผสานความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันได้ ระดับ ๔ ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างความคิดรวบยอด นักเรียนสามารถเชื่อมโยงลักษณะร่วมของความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันย่อยต่างๆ เข้าด้วยกันได้อย่างถูกต้อง สามารถวิเคราะห์หรือบูรณาการความคิดรวบยอดฟังก์ชันต่างๆ เข้าด้วยกัน แต่ยังไม่สามารถสรุปเป็นองค์ความรู้เชิงนามธรรม เกณฑ์ของความเข้าใจแต่ละด้าน คือ ถ้านักเรียนมีความเข้าใจจัดอยู่ในระดับ ๓ ขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มี ๓ ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ ๑ ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและสภาพจริง พบแนวทางการแก้ปัญหา คือ การนำวิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง มาใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน น่าจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันได้ รวมทั้งยังพบว่า อนุกรมวิธานแบบโซโล สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับสร้างเกณฑ์การแบ่งกลุ่มเพื่อจัดระดับความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันได้

ขั้นตอนที่ ๒ ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยดำเนินการดังนี้

๒.๑ สร้างกรอบโครงสร้างการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยดำเนินการตามวิธีการออกแบบย้อนกลับซึ่งมี ๓ ขั้นตอน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น และใช้การเรียนรู้ตามสภาพจริงเป็นฐานคิดสำหรับวางแผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นที่ ๓ การดำเนินการดังกล่าวได้ผลดังนี้

๒.๑.๑ แนวคิดหลักที่สำคัญเรื่องฟังก์ชันซึ่งเน้นใน ๓ ด้าน คือ ด้านความหมายและสัญลักษณ์ของฟังก์ชัน ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน (ตาราง กราฟ สัญลักษณ์) และด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง

๒.๑.๒ ตัวชี้วัดของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันในแต่ละด้าน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ด้านความหมายและสัญลักษณ์ของฟังก์ชันมี ๒ ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ ๑ ความหมายของฟังก์ชัน และตัวชี้วัดที่ ๒ สัญลักษณ์ของฟังก์ชัน ด้านตัวแทนของฟังก์ชันมี ๔ ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ ๓ การแสดงตัวแทนของฟังก์ชัน ตัวชี้วัดที่ ๔ การเทียบเคียงระหว่างตัวแทนของฟังก์ชันในรูปแบบที่ต่างกัน ตัวชี้วัดที่ ๕ การอ่านหรือหาค่าของฟังก์ชัน และตัวชี้วัดที่ ๖ การตีความตัวแทนของฟังก์ชันสู่สถานการณ์ชีวิตจริง และด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริงมี ๑ ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ ๗ การใช้ตัวแทนของฟังก์ชันในรูปกราฟหรือสัญลักษณ์สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง และจากตัวชี้วัดที่กำหนดเหล่านี้ ได้ระบุเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกเพื่อประเมินตัวชี้วัดแต่ละตัว

๒.๑.๓ กรอบการประเมินความเข้าใจ

เรื่องฟังค์ขั้นแต่ละด้านตามสภาพจริง ซึ่งในงานวิจัยนี้ ยึดหลักการสำคัญ ๓ ประการ ได้แก่ ๑) ใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย ได้แก่ การทำใบกิจกรรม การทำแบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ ๒) ใช้ช่วงเวลาการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ ก่อนทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังการทดลอง และ ๓) ใช้ผู้ประเมินหลายคน ได้แก่ ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และครูประจำวิชา สำหรับเกณฑ์การประเมินความเข้าใจเรื่องฟังค์ขั้น ประกอบด้วย ๑) เกณฑ์การประเมินระดับความเข้าใจเรื่องฟังค์ขั้นเป็นรายตัวชี้วัดด้านต่างๆ และ ๒) เกณฑ์การสรุประดับความเข้าใจเรื่องฟังค์ขั้นเป็นรายด้านจากตัวชี้วัด โดยเกณฑ์ทั้งสองดังกล่าว พัฒนาขึ้นตามแนวทางอนุกรมวิธานแบบโซโล

๒.๑.๔ แผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ แบ่งเป็น ๓ ระยะ คือ ระยะแรก เน้นการพัฒนาความเข้าใจในด้านความหมายและสัญลักษณ์ของฟังค์ขั้น ใช้เวลา ๖ คาบเรียน ระยะที่สอง เน้นการพัฒนาความเข้าใจในด้านตัวแทนของฟังค์ขั้น ใช้เวลา ๙ คาบเรียน โดยในระยะนี้ยังคงมีการเน้นย้ำ การทบทวน และการฝึกฝน ในเรื่องความหมายและสัญลักษณ์ของฟังค์ขั้น และระยะที่สาม เน้นการพัฒนาความเข้าใจในด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง ใช้เวลา ๕ คาบเรียน สำหรับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง มี ๕ ขั้นตอน คือ ขั้นนำและทบทวนความรู้เดิม ขั้นสร้างความรู้ความเข้าใจจากสถานการณ์ชีวิตจริงโดยอาศัยกระบวนการคิดแบบอุปนัย ขั้นอภิปราย แลกเปลี่ยน และตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ขั้นสรุปและจัด

ระบบโครงสร้างความรู้ความเข้าใจ และขั้นประยุกต์ความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่

๒.๑.๕ แนวทางการสะท้อนผล การปฏิบัติ โดยเมื่อสอนแต่ละคาบ ผู้วิจัยและครูประจำวิชาร่วมกันสะท้อนผลการปฏิบัติและประเมินตัวชี้วัด ตรวจสอบผลการเรียนรู้ ดำเนินการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนในทันที และปรับปรุงสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียนต่อไปควบคู่ไปด้วยโดยเน้นตัวชี้วัดที่นักเรียนมีปัญหา

๒.๒ พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ และแบบบันทึกการสะท้อนผลการปฏิบัติ และ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องฟังค์ขั้น ๒ ฉบับ (ฉบับใช้หลังการทดลอง และฉบับใช้หลังการทดลอง ๓ สัปดาห์) ซึ่งเป็นคู่มานานกัน แบบสังเกตพฤติกรรม แบบบันทึกการสัมภาษณ์ และแบบบันทึกการผ่านเกณฑ์เป็นรายบุคคล

ขั้นตอนที่ ๓ ผู้วิจัยศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางที่ออกแบบโดยดำเนินการดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ ๔ โรงเรียนนวมราช “ประชานิมิต” ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๒ ใช้เวลา ๑๐ สัปดาห์ โดยสอนสัปดาห์ละ ๒ คาบ รวม ๒๐ คาบ ในเวลาเรียนปกติ เมื่อสอนจบแต่ละคาบ ผู้วิจัยและครูประจำวิชาร่วมกันสะท้อนผลการปฏิบัติ ประเมินผลตัวชี้วัดตามสภาพจริง ดำเนินการแก้ไขปัญหาในตัวชี้วัดที่

นักเรียนมีปัญหาในทันที และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียนต่อไปโดยเน้นตัวชี้วัดที่นักเรียนมีปัญหา สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยและครูประจำวิชา ร่วมกันดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลรอบด้าน (ร่องรอย หลักฐาน) ที่นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันทั้งในระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาทำการวิเคราะห์โดยแบ่งเป็นสามส่วนดังนี้

๑) การประเมินในด้านความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน ผู้วิจัยเริ่มจากการประเมินระดับความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้านของนักเรียนเป็นรายบุคคลนั้น ใช้ผู้วิเคราะห์ ๓ คน (ผู้วิจัย ครูประจำวิชา ผู้ช่วยวิจัย) และใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มระดับความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันด้านต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางอนุกรมวิธานแบบโซโล ทั้งนี้ หากไม่สามารถลงข้อสรุปได้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพิ่มเติมจนมีข้อมูลเพียงพอ จากนั้นใช้การทดสอบทวินาม (Binomial test) เพื่อวิเคราะห์ว่า นักเรียนร้อยละ ๗๐ ขึ้นไป มีความ

เข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้าน อยู่ในระดับ ๓ ขึ้นไป

๒) การประเมินในด้านความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน ผู้วิจัยประเมินความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันเป็นรายด้าน โดยเปรียบเทียบคะแนนของด้านต่างๆ จากการทำแบบทดสอบหลังการทดลอง กับ หลังการทดลอง ๓ สัปดาห์ โดยใช้การทดสอบทีแบบรายคู่ (Paired t-test) สำหรับคะแนนของแต่ละด้านได้มาจากผลรวมของคะแนนของตัวชี้วัดของด้านนั้นๆ โดยนำหาคะแนนของแต่ละตัวชี้วัดกำหนดเป็น ๓ คะแนน ยกเว้นตัวชี้วัดที่ ๑ กำหนดเป็น ๖ คะแนน ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบรูปรีดส์ซึ่งอิงกับระดับความเข้าใจของตัวชี้วัดนั้นๆ

๓) การประเมินในเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) แล้วจัดหมวดหมู่

ผลการวิจัย

ตาราง ๑ ผลการทดสอบค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ โดยใช้การทดสอบทวินาม

ความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน	จำนวนนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความ เข้าใจผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ)	Exact Sig. (1-tailed)
ด้านความหมายและสัญลักษณ์ ของฟังก์ชัน	๒๑	๑๔ (๔๕)	0.086***
ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน	๒๑	๑๙ (๙๐)	0.027***
ด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง	๒๑	๑๔ (๔๕)	0.086***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .๐๐

หมายเหตุ เกณฑ์ หมายถึง มีความเข้าใจจัดอยู่ในระดับ ๓ ขึ้นไป

๑. ผลการวิจัยประสิทธิผลด้านความเข้าใจ
คงทน

จากตาราง ๑ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๔ ร้อยละ ๗๐ ขึ้นไป มีความเข้าใจเรื่อง
ฟังก์ชันในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .๑๐

เมื่อพิจารณารายละเอียดเป็นรายด้าน พบว่า
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนใกล้เคียงกันในทุกด้าน คือ ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน มีจำนวน
๑๙ คน (ร้อยละ ๙๐) ส่วนอีกสองด้านที่เหลือมี
นักเรียนผ่านเกณฑ์ด้านละ ๑๔ คน (ร้อยละ ๘๕)
นอกจากนี้ในแต่ละด้าน ไม่พบนักเรียนในระดับที่

๑ (ก่อนโครงสร้าง) และสำหรับรายละเอียดเป็น
รายตัวชี้วัดของด้านต่างๆ พบว่า นักเรียนที่ผ่าน
เกณฑ์มีจำนวนใกล้เคียงกันในทุกตัวชี้วัด เป็นที่
น่าสังเกตว่า ตัวชี้วัดที่ ๕ การอ่านหรือหาค่า
ฟังก์ชันจากตัวแทนของฟังก์ชัน นักเรียนทุกคน
ผ่านเกณฑ์ รองลงมา ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ ๑ ความ
หมายของฟังก์ชัน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มี ๒๐
คน (ร้อยละ ๙๕) นอกนั้นจำนวนนักเรียนที่ผ่าน
เกณฑ์มี ๑๔ คน และ ๑๙ คน (ร้อยละ ๘๕ และ
ร้อยละ ๙๐) นอกจากนี้ในทุกตัวชี้วัด ไม่พบ
นักเรียนในระดับที่ ๑ (ก่อนโครงสร้าง)

ตาราง ๒ เปรียบเทียบความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน หลังการทดลองและหลังการทดลอง ๓ สัปดาห์ จำแนก
เป็นรายด้าน โดยใช้การทดสอบทีแบบรายคู่

ความเข้าใจ เรื่องฟังก์ชัน	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย หลังการ ทดลอง	ค่าเฉลี่ย หลังการ ทดลอง ๓ สัปดาห์	ค่าสถิติ (t)	Sig (2 -tailed)
ด้านความหมายและสัญลักษณ์ของฟังก์ชัน	๙	๗.๒๙	๖.๔๑	๑.๙๔๓	0.066
ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน	๑๒	๘.๕๒	๘.๒๔	๐.๙๗๒	0.343
ด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ชีวิตจริง	๓	๑.๙๐	๑.๘๖	๐.๒๙๕	0.771

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .๑๐

จากตาราง ๒ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๔ มีคะแนนความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันในแต่ละ
ด้าน หลังการทดลอง ๓ สัปดาห์ ไม่แตกต่างจาก
หลังการทดลอง

จากตาราง ๑ และตาราง ๒ สรุปได้ว่า ด้วย
ความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๐ การจัดการเรียนการสอน
เรื่องฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับ
การเรียนรู้ตามสภาพจริงตามแนวทางที่ออกแบบ
สามารถเสริมสร้างความเข้าใจที่คงทน ให้กับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ได้

๒. ผลการประเมินพัฒนาการของความ เข้าใจเรื่องฟังก์ชัน

นักเรียนมีพัฒนาการของความเข้าใจเรื่อง
ฟังก์ชันทั้งสามด้านดีขึ้น อย่างเป็นลำดับ
รายละเอียดสรุปได้ดังนี้

๒.๑ ด้านความหมายและสัญลักษณ์
ของฟังก์ชัน นักเรียนค่อยๆ พัฒนาความเข้าใจ

เพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับจนสร้างความเข้าใจในตนเองได้ดีในทุกตัวชี้วัดของด้านนี้ โดยตัวชี้วัดที่ ๑ ความหมายของฟังก์ชัน พบว่า นักเรียนส่วนมากสร้างความเข้าใจในตนเองได้ดี ซึ่งเริ่มปรากฏชัดเมื่อทำกิจกรรมไประยะหนึ่ง และเมื่อจบการทดลอง นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจในตนเองที่ชัดเจนขึ้น กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุตัวแปรที่สัมพันธ์กัน สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร สามารถระบุโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ และสามารถระบุความสัมพันธ์ว่าเป็นฟังก์ชันหรือไม่ โดยมีการพิจารณาเงื่อนไขของการเป็นฟังก์ชัน สำหรับตัวชี้วัดที่ ๒ สัญลักษณ์ของฟังก์ชัน พบว่า นักเรียนเกือบครึ่งยังเข้าใจได้ไม่ชัดเจนในช่วงแรก แต่เมื่อทำกิจกรรมไประยะหนึ่ง นักเรียนค่อยๆ พัฒนาความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ และเมื่อจบการทดลอง นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นกว่าเดิม กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายสัญลักษณ์ของฟังก์ชันอย่างง่ายได้ถูกต้อง (เช่น $f(x) = 5x - 4$) และนักเรียนสามารถนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สอดคล้องกับสัญลักษณ์ของฟังก์ชันอย่างง่ายได้ (เช่น $f(x) = 6x$)

๒.๒ ด้านตัวแทนของฟังก์ชัน นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจอย่างเป็นลำดับ จนสามารถสร้างความเข้าใจในตนเองได้ดีในทุกตัวชี้วัดของด้านนี้ สำหรับตัวชี้วัดที่ ๓ การแสดงตัวแทนของฟังก์ชัน และตัวชี้วัดที่ ๕ การอ่านหรือหาค่าของฟังก์ชัน พบว่า นักเรียนส่วนมากสร้างความเข้าใจในตนเองได้ดีในกิจกรรมช่วงแรกๆ เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในตนเองอย่างเป็นลำดับ และเมื่อจบการทดลอง นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจในตนเองที่ชัดเจนขึ้น กล่าวคือ นักเรียน

ส่วนมากสามารถแสดงตัวแทนของฟังก์ชันได้ทั้งสามแบบ (ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์) และนักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันได้ถูกต้องจากตัวแทนของฟังก์ชันทั้งสามแบบ (ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์) สำหรับตัวชี้วัดที่ ๔ การเทียบเคียงระหว่างตัวแทนของฟังก์ชันในรูปแบบที่ต่างกัน นักเรียนส่วนมากแสดงออกถึงความเข้าใจในตนเองเมื่อจบการทดลอง กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุได้ว่าตัวแทนฟังก์ชันที่กำหนดให้กราฟ กับสัญลักษณ์ เป็นฟังก์ชันเดียวกันหรือไม่ แต่การแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบมีนักเรียนเกินครึ่งไม่มากนักที่ทำได้สมบูรณ์ สำหรับตัวชี้วัดที่ ๖ การตีความตัวแทนของฟังก์ชันสู่สถานการณ์ชีวิตจริง พบว่า สำหรับตัวแทนในรูปกราฟ นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจได้ดีเมื่อทำกิจกรรมไประยะหนึ่ง และพัฒนาความเข้าใจเพิ่มอย่างเป็นลำดับ ส่วนตัวแทนในรูปสัญลักษณ์ นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจในตนเองได้ดีเมื่อจบการทดลอง แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในตัวชี้วัดที่ ๔ และ ๖ นักเรียนหลายคนแสดงออกถึงความเข้าใจเมื่อให้อธิบายด้วยคำพูด แต่ไม่สามารถสื่อความเข้าใจของตนเองในรูปการเขียนได้

๒.๓ ด้านการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถพัฒนาความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ และปรากฏชัดเจนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง กล่าวคือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ชีวิตจริงให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้สามารถใช้ตัวแทนฟังก์ชันมาแก้ปัญหาพร้อมแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า นักเรียนหลายคนแสดงออกถึงความเข้าใจ

เมื่อให้อธิบายด้วยคำพูด แต่ไม่สามารถเขียนสื่อความเข้าใจของตนเองได้

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันทั้งสามด้านดังกล่าว พบว่า มีนักเรียนบางส่วน (จำนวนไม่เกิน ๓ คน) ที่มีพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันแต่ละด้านไม่เด่นชัด กล่าวคือ ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ต้องได้รับคำแนะนำ หรือ ต้องทำให้ดูเป็นตัวอย่างก่อน จึงจะสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้ ก็มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงในแนวทางที่ดีขึ้นกว่าตอนช่วงแรกการทดลองอยู่มาก

อภิปรายผล

การออกแบบการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับและการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่คงทนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในงานวิจัยนี้ อภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

๑. ผลการวิจัยประสิทธิผลด้านความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันที่มีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลสามประการ คือ ประการแรก การที่ผู้วิจัยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับ เป็นฐานคิดสำหรับออกแบบการเรียนการสอน ทำให้เกิดความเชื่อมโยงตลอดแนวระหว่าง ๓ ส่วน คือ เป้าหมายของการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ส่งผลดีต่อการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจริง สามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่องว่า เมื่อจบแต่ละคาบเรียน นักเรียนได้บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่วางไว้หรือไม่ มีตัวชี้วัดใดบ้างที่นักเรียนมีปัญหา อีกทั้งยังได้ข้อมูลสำหรับปรับปรุงบทเรียนในคาบเรียนต่อไป

ในตัวชี้วัดที่นักเรียนมีปัญหาได้ทันที ประการที่สอง การที่ผู้วิจัยใช้แนวคิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นฐานคิดสำหรับวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย และเรียนรู้การนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้งานในสถานการณ์ชีวิตจริง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น ประการที่สาม การที่ผู้วิจัยได้มีการสะท้อนผลการปฏิบัติและประเมินตัวชี้วัดอย่างต่อเนื่อง ดำเนินการแก้ไขปัญหการเรียนรู้ของนักเรียนในทันที รวมทั้งมีการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยเน้นตัวชี้วัดที่นักเรียนมีปัญหา

๒. ผลการวิจัยประสิทธิผลด้านความคงทนของความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันที่มีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลสำคัญสองประการ คือ ประการแรก การจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามวิธีออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างชัดเจนและเป็นความเข้าใจในตนเอง จนสามารถสร้างภาพความคิดของฟังก์ชัน (concept image) เป็นของตนเองได้ และประการที่สอง การที่ผู้วิจัยได้มีการดูแลและให้เวลาเป็นพิเศษ การเน้นย้ำ การทบทวนและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเรื่องที่นักเรียนมีปัญหาในการเรียนรู้ หรือเรื่องที่เกิดการเรียนรู้ยาก ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นและจดจำได้นานขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สำหรับครูผู้สอน

๑. การนำวิธีออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริงไปใช้สำหรับออกแบบและ

จัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชัน ครูผู้สอนควรระมัดระวัง เนื่องจากผลการวิจัยมีความเฉพาะเจาะจงกับบริบทของผู้เรียน และกับขนาดของห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนไม่มากจนเกินไป อีกทั้งครูผู้สอนควรสะท้อนผลการปฏิบัติและประเมินตัวชี้วัดอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งต้องปรับปรุงสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยเน้นตัวชี้วัดที่นักเรียนมีปัญหาสำหรับเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ของคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์บริบทของผู้เรียน เช่น ความรู้พื้นฐาน แบบการเรียนรู้ ความต้องการ และความสนใจ ตลอดจนธรรมชาติของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นแนวทางในการกำหนดจุดเน้นของบทเรียน การออกแบบการประเมินผล และการวางแผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้

๒. การนำวิธีการออกแบบย้อนกลับไปใช้สำหรับออกแบบและจัดการเรียนการสอนเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ของคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรระมัดระวัง โดยในขั้นที่ ๓ การวางแผนประสบการณ์การเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องปรับตามธรรมชาติของเนื้อหา (แนวคิดหลักที่สำคัญ) และธรรมชาติของผู้เรียน อีกทั้งการออกแบบการประเมินผลในขั้นที่ ๒ ต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน นอกจากนี้ ควรศึกษาว่าเนื้อหาเรื่องนั้นๆ มีความคิดรวบยอดสำคัญอะไรบ้างและเนื้อหาส่วนใดที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ยาก สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่

เป็นแนวทางในการกำหนดจุดเน้นของบทเรียน

๓. การออกแบบและจัดการเรียนการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดหลักที่สำคัญ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยครูผู้สอนต้องให้การดูแลและให้เวลาเป็นพิเศษ การเน้นย้ำ การทบทวน และการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

๑. ควรมีการนำการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันโดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทำการวิจัยซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดมากขึ้นแต่ไม่มากจนเกินไป เช่น ๓๐ - ๓๕ คน เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลอีกครั้ง

๒. ควรมีงานวิจัยที่นำวิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง มาใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และศึกษาประสิทธิผลในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา

๓. ควรมีงานวิจัยที่นำวิธีการออกแบบย้อนกลับร่วมกับวิธีการสอนหรือรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจแบบอื่นๆ และศึกษาประสิทธิผลในด้านความเข้าใจที่คงทน และด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการให้เหตุผล

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (๒๕๕๒). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกษสุตา บุรณพันธ์ศักดิ์. (๒๕๕๕). **การศึกษามโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานครกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ (ค.ม.). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.**
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (๒๕๕๖). **การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ (ค.ม.). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.**
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[สสวท]. (๒๕๕๙). **สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้. รายงานผลจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2006).** กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินต์ติ้ง กรุ๊ป

ภาษาอังกฤษ

- Bigg, B. and Collis, F. (1982). **Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy (Structure of Observed Learning Outcomes)**. New York: Academic Press.
- Bransford, J., Brown, A., and Cocking, R. (2000). **How people learn: Brain, mind, experience, and school**. Washington, DC: National Academy Press.
- Lloyd, M. and Wilson, M. (1998). Supporting innovation: The impact of a teacher's conceptions of functions on his implementation of a reform curriculum. **Journal for Research in Mathematics Education**, 29(3): 248-274.
- Newmann, F., King, B. and Carmichael, D. (2007). **Authentic instruction and assessment: common standards for rigor and relevance in teaching academic subjects**. Des Moines, IA: Iowa Dept. of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM.
- O'Callaghan. (1998). Computer-intensive algebra and students' conceptual knowledge of functions. **Journal for Research in Mathematic Education**, 29(1), 21-40.
- Rider, R.L. (2004). **The Effect of Multi-Representational Methods on Students' Knowledge of Function Concepts in Developmental College Mathematics**. Dissertation: North Carolina State University

การออกแบบการจัดการเรียนการสอนเรื่องฟังก์ชันเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่คงทนสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง

- Wiggins, G., and McTighe, J. (2004). **Understanding by design** (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Yerushalmy, M. & Shternberg, B. (2001). Charting a visual course to the concept of function. In A.Cuoco(Ed.) **The Roles of Representation in School Mathematics**, NCTM Yearbook.

ผู้เขียน

รองศาสตราจารย์ ปิยวดี วงษ์ใหญ่ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
และประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท
อาจารย์ ไพโรจน์ น่วมนุ่ม อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและ
การสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนิสิตปริญญาโท ภาควิชา
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ