



ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีต่อการพัฒนาการ
ความสามารถด้านคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

EFFECTS OF DIFFERENT TYPES OF COMPUTER-BASED MIXED FEEDBACK ON THE
NUMERACY SKILL DEVELOPMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นางสาวสุวรรณ์ ทองพันชั่ง *

Suwarat Thongpanchang

รศ.ดร.กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์ **

Assoc. Prof. Kamonwan Tangdhanakanond, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกัน และ (2) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยควบคุมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 154 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบความสามารถด้านคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน (2) แบบฝึกทักษะเรื่องความสามารถด้านคำนวณผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (3) แบบสัมภาษณ์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์โดยใช้การสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย

ผลการวิจัยพบว่า (1) ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกัน มีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณที่ต่างกัน โดยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางและต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ และ (2) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณโดยควบคุมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: castlepiink@gmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: tkamonwan@hotmail.com

ISSN 1905-4491

Abstract

The objectives of the research were: (1) to compare the numeracy skill development of secondary school students who received four types of mixed feedback and (2) to study the interactions between mixed feedback types and learning ability in mathematics which affect numeracy skill development of secondary school students. Samples were 154 secondary school students. Research instruments were (1) 4 copies of pretest and 4 copies of posttest examinations (2) numeracy skill exercises via computer assisted instruction and (3) Interview form. Data was analyzed by using descriptive statistics, one-way ANOVA, two-way ANCOVA, relative gain score and qualitative data analysis from interview by using analytic induction.

Results were provided as follows:

(1) In the high learning ability in mathematics group, those who received corrective result and elaborated with interactive feedback are better at numeracy skill development than those who received other types of feedback. In the moderate and low learning ability in mathematics group, those who received corrective result directive and elaborated feedback are better at numeracy skill development than those who received other types of feedback.

(2) There were interactions between learning ability in mathematics and mixed feedback types on numeracy skill development with statistical significant level of .01.

คำสำคัญ: ความสามารถด้านคำนวณ / ข้อมูลย้อนกลับ / ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม

KEYWORDS: NUMERACY SKILL / FEEDBACK / MIXED FEEDBACK

บทนำ

การประเมินคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา และผลการประเมินคุณภาพของผู้เรียนเป็นสิ่งที่สะท้อนว่าการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้นบรรลุผลสำเร็จอยู่ในระดับใด ด้วยเหตุนี้คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงมีนโยบายให้ประเมินความสามารถพื้นฐานที่จำเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา (Literacy) ด้านคำนวณ (Numeracy) และด้านเหตุผล (Reasoning Ability) ซึ่งเป็นความสามารถเบื้องต้นของทักษะการคิดและสอดคล้องกับกระแสการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 แต่การประเมินในลักษณะดังกล่าวนี้ไม่สอดคล้องกับการประเมินในปัจจุบันซึ่งเน้นการประเมินตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทางสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวและมีนโยบายให้เปลี่ยนการประเมินที่มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์มาเป็นการประเมินความสามารถด้านภาษา ด้านคำนวณ และด้านเหตุผล ซึ่งเริ่มประเมินในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 เป็นต้น สำนักงานทดสอบทางการศึกษาได้ขับเคลื่อนนโยบายดังกล่าวโดยการสร้างแบบวัดที่เน้นเรื่องการอ่านและเขียนรู้เรื่องในบริบทและสถานการณ์ต่างๆ นอกจากนั้นแล้วยังมีการพัฒนาแบบวัดในด้านของการคำนวณและด้านเหตุผล (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2555) แต่พบว่าการแปลผลที่เน้นไปที่ความสามารถโดยภาพรวม ทั้งที่จริงแล้วนั้นความสามารถด้านคำนวณควรมีการแปลผลตามระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผลที่ออกมาสะท้อนถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน และควรเน้นการแปลผลเป็นรายบุคคลมากกว่าอิงกลุ่ม มีการวินิจฉัยที่จะนำไปสู่การปรับปรุงความสามารถของผู้เรียน รวมไปถึงมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตรงกับข้อบกพร่องของผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถด้านคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมพงษ์ ปันพูน, 2556)

ความสามารถด้านคำนวณมีความหมายรวมถึงการนำความรู้เกี่ยวกับการคำนวณไปแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีบุคคลหรือองค์กรต่างๆ ที่ให้ความหมายของความสามารถด้านคำนวณ (Numeracy) ไว้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น ความสามารถในการใช้ทักษะการคิดคำนวณ ความคิด

รวบยอด และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยมีคำสำคัญที่ประกอบไปด้วยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์, ทักษะการคิดคำนวณ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) จึงจะเห็นได้ว่าความสามารถด้านคำนวณนั้นเป็นความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ความสำคัญ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับความสามารถด้านคำนวณให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และต้องการหาแนวทางให้ครูผู้สอนทราบข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถด้านการคำนวณของผู้เรียน เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละบุคคลตามแนวทางของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพและสามารถนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้ (Bloom, 1976) เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่เขากระทำลงไปนั้นถูกหรือผิดอย่างไรและจะต้องแก้ไขอย่างไร นอกจากนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับถือเป็นการเสริมแรงทุติยภูมิ (Secondary Reinforcement) ที่ก่อให้เกิดกำลังใจแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป (Duncan, 2007) ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้เรียนที่กระตือรือร้นต่อการพัฒนา เพราะจะทำให้ผู้เรียนได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลจากการปฏิบัติของตนเอง นำไปสู่การเรียนรู้ที่จะพัฒนาและปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น งานวิจัยของดาวเรือง ลุมทอง (2552) และอนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม (2555) พบว่า มีผู้ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการให้ข้อมูลย้อนกลับแต่ละรูปแบบไว้มากมาย ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยมักพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยวิธีเดียวกันอาจจะส่งผลหรือไม่ส่งผลต่อผู้เรียนในห้องเรียนเดียวกันได้ครอบคลุมทั้งหมด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในรายคณิตศาสตร์ และเพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมนักเรียนในการทดสอบด้านการคำนวณในระดับชาติ ตลอดจนศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมในรูปแบบต่างๆ โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับแบบผสมจากงานวิจัยของอนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม (2555)

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตลอดจนศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ (Knowledge of Corrective Result and Elaborated with Interactive Feedback), การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ (Knowledge of Corrective Result and Directive with Interactive Feedback), การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะและอธิบายรายละเอียด (Knowledge of Corrective Result Elaborated and Directive Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Knowledge of Corrective Result Feedback)

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ได้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบและวิธีการจัดการเรียน

การสอนและการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสม เพื่อที่จะเอื้อให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันเกิดการพัฒนาความสามารถด้านคำนวณได้อย่างเต็มศักยภาพของผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกัน
- 2) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ผลดีกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (Gilman, 1969) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องภายหลังการตอบผิด เพราะผู้เรียนจะรู้ว่าตอบผิดหรือถูก หากตอบผิดก็ยิ่งทราบว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร สำหรับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) เป็นข้อมูลย้อนกลับที่บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแต่ในเชิงของคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนขาดการวิเคราะห์ถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และในส่วนของข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) จะเป็นกลวิธีที่จะนำผู้เรียนไปสู่การตอบถูกโดยการให้ข้อแนะนำและแก้ปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดพร้อมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ แต่จะขาดการอธิบายรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา (สุกัญญา นิমানันท์, 2553) ดังนั้น อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555) จึงได้เสนอรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการผสมผสานระหว่างการอธิบายรายละเอียดและการชี้แนะและให้ชื่อรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับนี้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม ซึ่งผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดและแบบชี้แนะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์จะเกิดการเรียนรู้จากข้อมูลย้อนกลับแต่ละรูปแบบได้แตกต่างกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคาดว่า ระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณได้แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

- 1) ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันน่าจะมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณที่แตกต่างกัน

- 2) น่าจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเปรียบเทียบพัฒนาการด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ, ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ, ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด และข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experiment design) แบบมีการทดสอบก่อนและหลังการจัดกระทำและมีกลุ่มควบคุม (pretest-posttest control-group design) โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการแบ่งย่อยตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

รูปแบบการวิจัย

E ₁	O ₁	X ₁	O ₂
E ₂	O ₁	X ₂	O ₂
E ₃	O ₁	X ₃	O ₂
C	O ₁	X ₄	O ₂

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จำนวน 59,377 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1, 2560)

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปัญญาวรคุณ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 154 คน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกลุ่มผู้เรียนตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การแบ่งกลุ่มความสามารถผู้เรียนตามที่โรงเรียนกำหนด สุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) จนได้กลุ่มตัวอย่างครบทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละกลุ่มเท่าเทียมกัน เพื่อนำมาแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม (กลุ่มละ 39 คน) และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม (จำนวน 37 คน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ประเภท ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถด้านคำนวณก่อนเรียน (Pretest) และแบบทดสอบความสามารถด้านคำนวณหลังเรียน (Posttest) มีทั้งหมด 4 หน่วย ได้แก่ จำนวนและระบบจำนวน (5 ข้อ), การจัดการข้อมูล (5 ข้อ), รูปทรง ปริภูมิ และการวัด (5 ข้อ) และการดำเนินการและการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ (5 ข้อ) รวมทั้งหมด 20 ข้อ (2) แบบฝึกทักษะเรื่อง ความสามารถด้านคำนวณผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยชนิดเติมคำตอบ ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม 4 รูปแบบ (ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ ข้อมูล

ย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด และ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง) แต่ละหน่วยควบคุมเวลาในการทำหน่วยละ 40 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่รวมทั้งการทำแบบฝึกทักษะและการอ่านข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งข้อคำถามในแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะมีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.5 มีการตรวจสอบความเที่ยงและพบว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเที่ยงมากกว่า 0.7 มีการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งพบว่าข้อสอบมีความเป็นคู่ขนานกัน (3) แบบสัมภาษณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมการทดลอง ระยะดำเนินการทดลอง และระยะหลังการทดลอง

ระยะเตรียมการทดลอง

- 1) สร้าง พัฒนา และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 2) พิจารณาคัดเลือกโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด
- 3) ทำหนังสือในการขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียน
- 4) เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ ซึ่งสถานที่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนปัญญาวรคุณ ใช้กับกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 28 – 30 คน โดยผู้เรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งได้จัดเตรียมความพร้อมในเรื่องของโปรแกรมและอุปกรณ์อื่นๆ ก่อนหน้าทำการทดลอง 1 สัปดาห์ โดยได้รับความร่วมมือจากอาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน ช่วยเหลือและเตรียมความพร้อมในส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงดูแลกลุ่มทดลองตลอดกระบวนการทำการทดลอง

ระยะดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้แบ่งระยะเวลาในการทดลองออกเป็น 4 ครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง) โดยในแต่ละสัปดาห์จะเป็นการให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถด้านคำนวณก่อนเรียน (Pretest), ทำแบบฝึกทักษะในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทำแบบทดสอบความสามารถด้านคำนวณหลังเรียน (Posttest) โดยใน 1 ครั้งจะทำการทดลอง 1 หน่วยย่อย

ระยะหลังการทดลอง

ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และ หลังเรียน มาดำเนินการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ เพื่อพิจารณาความสามารถของผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่แตกต่างกัน รวมไปถึงสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ (1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกัน (2) การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียน โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกัน

ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ มีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตาราง 1

ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ

ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด มีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จำแนกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม

ระดับความสามารถทาง การเรียนคณิตศาสตร์	F	p	Bonferroni	Mean Difference	P
สูง	32.135**	.000	แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและการชี้แนะด้วยการโต้ตอบ	35.28769**	.000
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด	35.95231**	.000
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	56.84231**	.000
ปานกลาง	44.308**	.000	แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ	28.37538**	.000
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ	43.31923**	.000
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	55.79949**	.000

ระดับความสามารถทาง การเรียนรู้คณิตศาสตร์	F	p	Bonferroni	Mean Difference	P
ต่ำ	51.124**	.000	แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ	9.12769**	.001
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ	21.38538**	.000
			แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	29.39955**	.000

**p<0.01

โดยภาพรวมนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 31.99 (มีพัฒนาการในระดับปานกลาง) เมื่อพิจารณาแยกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม พบว่า นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดโดยการโต้ตอบและนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียดส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับปานกลาง นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะโดยการโต้ตอบและนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องโดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับต้น ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณในแต่ละระดับ จำแนกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม

ระดับพัฒนาการ ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม	สูงมาก (76 – 100)	สูง (51 – 75)	ปานกลาง (26 – 50)	ต้น (0 – 25)	ค่าเฉลี่ยคะแนน พัฒนาการสัมพัทธ์
ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดโดยการโต้ตอบ	10 (25.64%)	4 (10.26%)	20 (51.28%)	5 (12.82%)	43.52
ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะโดยการโต้ตอบ	-	6 (15.38%)	11 (28.21%)	22 (56.41%)	26.22
ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด	1 (2.56%)	13 (33.33%)	21 (53.85%)	4 (10.26%)	46.83
ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	-	1 (2.70%)	2 (5.40%)	34 (91.90%)	11.39
รวม (N = 154)	11 (7.14%)	24 (15.58%)	54 (35.06%)	65 (42.22%)	31.99

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกันจะมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณที่ต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ในกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงที่สุด สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางและต่ำ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียดส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงที่สุด

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ต่อโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว 2 ครั้ง เริ่มจากการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณ โดยใช้ Levene Statistics พบว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบภายหลังโดยใช้สถิติ Bonferroni เมื่อพิจารณารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกัน พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบและข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียดมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบและข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่างกันยังพบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่ต่างกันกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Corrected Model	64896.082a	11	5899.644	40.858	.000
Intercept	178682.300	1	178682.300	1.237E3	.000
รูปแบบข้อมูลย้อนกลับแบบผสม	33700.783	3	11233.594	77.798	.000
ระดับความสามารถ	15272.056	2	7636.028	52.883	.000
รูปแบบข้อมูลย้อนกลับแบบผสม * ระดับความสามารถ	16111.634	6	2685.272	18.597	.000
Error	20503.922	142	144.394		
Total	267726.896	154			
Corrected Total	85400.005	153			

a. R Squared = .760 (Adjusted R Squared = .741)

Levene's Test of Homogeneity of Variates: F = 3.618 , df1 = 11 , df2 = 142 , p = .000		
Bonferroni	Mean difference	P
แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ	20.8297**	.000
แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	34.6088**	.000
แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	13.7790**	.000
แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบ	21.3467**	.000
แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด > แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง	35.1257**	.000
ระดับสูง > ระดับปานกลาง	12.8523**	.000
ระดับสูง > ระดับต่ำ	24.0340**	.000
ระดับปานกลาง > ระดับต่ำ	11.1818**	.000

*p<.05, **p<.01

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจ ดังนี้

1) การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณเท่ากับ 78.64 ในขณะที่ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณน้อยกว่า 50 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบมีการเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบที่

ตรงกับโจทย์ที่ให้มา ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหาด้านคำนวณได้ไม่ยากนัก โดย Schimmel (1988 cited in Jannafin and Hooper, 1993 อ้างถึงในพรศรี ลิทธิกุลสมบูรณ์, 2539) ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบให้คำอธิบาย (Explanatory feedback) จะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิดพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลถึงคำตอบที่เหมาะสมและบอกแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเองปฏิบัตินั้นถูกหรือผิดอย่างไร และวิธีการที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร อีกทั้งรูปแบบการถามคำถามในส่วนของคุณข้อมูลย้อนกลับแบบโต้ตอบช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาไปพร้อมๆ กับการอ่านขั้นตอนการทำ จึงทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและสามารถแก้โจทย์ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งยังช่วยทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ามาปรับใช้กับสิ่งที่ตนเองยังไม่ทราบหรือยังมีโน้ตที่ค้นที่ไม่แม่นยำได้ดีอีกด้วย

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด มีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณเท่ากับ 65.18 และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณเท่ากับ 37.29 ซึ่งสูงกว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียดมีการยกตัวอย่างโจทย์อื่นๆ ที่มีขั้นตอนการทำในลักษณะเดียวกันมาให้เพิ่มเติม ดังเช่นที่นักการศึกษาหลายท่าน (Cater, 1984; Cohen, 1985; สุกัญญา นิมานันท์, 2553) ได้เสนอเกี่ยวกับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบให้การชี้แนะ (Directive feedback) ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาและนำผู้เรียนไปสู่ความเข้าใจสารสนเทศที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ พร้อมทั้งยกตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาพร้อมเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา และข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated feedback) ที่บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด ทำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้

จากการวิเคราะห์พบว่าผู้เรียนที่ได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านคำนวณที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันจะมีประสิทธิภาพในการรับข้อมูลย้อนกลับได้แตกต่างกัน ดังที่งานวิจัยของอนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม (2555) ได้สรุปไว้ว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดและแบบชี้แนะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอื่นๆ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยวิธีเดียวกันอาจจะส่งผลหรือไม่ส่งผลต่อผู้เรียนในห้องเรียนเดียวกันได้ครอบคลุมทั้งหมด เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบเดียวกันกับนักเรียนในห้องเรียนหนึ่งที่มีทั้งนักเรียนเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง หรือนักเรียนอ่อน อาจจะส่งผลต่อพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มความสามารถใดความสามารถหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการเลือกวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับความแตกต่าง

ของผู้เรียนช่วยให้เกิดผลดีต่อผู้เรียนมากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบวิธีเดียว โดยการที่ครูผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนเป็นรายบุคคลนั้นยังช่วยส่งผลดีต่อจิตวิทยาในทางการเรียนการสอนอีกด้วย (ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร, 2553) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ดังเช่นที่ Iron (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับต้องมีเป้าหมายต่อผู้รับข้อมูลย้อนกลับอย่างชัดเจน สามารถวัดสมรรถนะทางการเรียนของผู้เรียนได้ ต้องมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพในการแนะนำผู้เรียน และสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ ดังนั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการอธิบายหรือการชี้แนะเพิ่มเติมให้กับนักเรียน น่าจะเป็นข้อมูลย้อนกลับที่ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณดีกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง

จากการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 31.99 (มีพัฒนาการในระดับปานกลาง) เมื่อพิจารณาแยกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม พบว่า นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบและนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียดส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับปานกลาง นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง และให้การชี้แนะด้วยการโต้ตอบและนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องโดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับต้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่มีการอธิบายรายละเอียดหรือการชี้แนะแนวทางที่ชัดเจนให้กับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองและเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของสุกัญญา นิমানันท์ (2553) ที่ได้สรุปไว้ว่าเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการแก้ไขข้อมูลที่บกพร่องหรือสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจผิด เป็นการเพิ่มเติมความรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจมากขึ้น การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดนั้นจะมีรูปแบบที่ซับซ้อน ซึ่งอาจจะใช้การอธิบาย การชี้แนะ หรือการกำกับติดตาม โดยอาจใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Gilman (1969 อ้างถึงใน สุกัญญา นิমানันท์, 2553) ที่พบว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกที่ผิด และข้อมูลย้อนกลับที่ชี้แจงเหตุผลมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสั้น

2) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียน

จากผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่มีต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียน ด้วยการทดสอบความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และได้รับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่แตกต่างกันจะมีความสามารถด้านคำนวณที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพร ลีลาองอาจ (2531)

ที่พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นที่น่าสังเกตว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบส่งผลให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบอื่น เนื่องจากข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบดังกล่าวเหมาะกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอสมควร อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบดังกล่าวอธิบายโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการโต้ตอบกับโปรแกรม ซึ่งเป็นการท้าทายความสามารถของผู้เรียน ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบดังกล่าวจึงเอื้อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงสามารถทำความเข้าใจขั้นตอนในการหาคำตอบด้วยตนเองได้ไม่ยากนัก สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางและต่ำ ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมควรมีการอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยละเอียด เพื่อเป็นการเอื้อต่อผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางหรือค่อนข้างน้อย เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาวิธีการได้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นแล้วควรมีการยกตัวอย่างโจทย์ที่คุ้นกันเพิ่มเติมมาให้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวทางในการแก้ปัญหาจากการศึกษาขั้นตอนการคิดในครั้งแรกไปสู่ขั้นตอนการคิดในครั้งต่อไปได้ ดังเช่นที่ Krause , Stark & Mandl (2009) ได้กล่าวไว้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่เหมาะสมกับความรู้ของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเติมเต็มในสิ่งที่เขายังไม่รู้หรือเข้าใจคลาดเคลื่อนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเลือกใช้รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) ในการพัฒนาความสามารถด้านคำนวณสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง ผู้เรียนควรได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดด้วยการโต้ตอบ เพราะช่วยทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ามาปรับใช้กับสิ่งที่ตนเองยังไม่ทราบหรือมีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้
- 2) สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปานกลางและระดับต่ำควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้การชี้แนะ และอธิบายรายละเอียด เพราะการโต้ตอบอาจเป็นอุปสรรคกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางและต่ำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบดังกล่าวมีการยกตัวอย่างโจทย์อื่นๆ ที่มีขั้นตอนการทำในลักษณะเดียวกันมาให้เพิ่มเติมอีกด้วย
- 3) เนื่องด้วยรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ต่อพัฒนาการความสามารถด้านคำนวณของผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนควรเลือกใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน
- 4) ในการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกทักษะความสามารถด้านคำนวณผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควรมีการอธิบายเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมอย่างชัดเจน ทั้งในเรื่องของลักษณะของคำถาม การกดขูดูค่าชี้แนะเพิ่มเติมหรือการกดเพื่อขอศึกษาขั้นตอนการคิดจากข้อมูลย้อนกลับแบบผสม การกรอกคำตอบที่มีรูปแบบพิเศษ เช่น ทศนิยม เศษส่วน หรือสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์, รูปแบบของการให้คะแนนในแต่ละข้อ และเวลาที่

กำหนดให้ผู้เรียนใช้ในการทำแบบฝึกทักษะในแต่ละหน่วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมปัจจัยแทรกซ้อน และทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

- 1) งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนั้นหากมีการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถด้านคำนวณผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาได้ ก็จะเป็นการพัฒนาทักษะด้านการคำนวณของผู้เรียนมาตั้งแต่ระยะเริ่มต้น และส่งผลให้เกิดการพัฒนาต่อเนื่องมาจนถึงในระดับมัธยมศึกษา
- 2) เนื่องจากมีผู้กำหนดองค์ประกอบของความสามารถด้านคำนวณไว้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งในอนาคตเมื่อมีการปรับหลักสูตรในรายวิชาคณิตศาสตร์และมีการกำหนดองค์ประกอบของความสามารถด้านคำนวณในรูปแบบอื่นๆ ควรมีการสังเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถด้านคำนวณที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่จะมีการวิจัย เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด
- 3) หากจะมีการทำวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมในครั้งต่อไปควรพิจารณาเกี่ยวกับการกำหนดรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสมในรูปแบบอื่นๆ เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับตามโมดูลที่คลาดเคลื่อน, การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบให้การวิเคราะห์ หรือรูปแบบอื่นๆ ของการให้ข้อมูลย้อนกลับ และในส่วนของ การโต้ตอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในอนาคตก็อาจมีการพัฒนาการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบโต้ตอบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การโต้ตอบแบบทันที, การโต้ตอบแบบทิ้งช่วงเวลา, การโต้ตอบแบบทำซ้ำหลายครั้ง หรือการโต้ตอบในรูปแบบอื่นๆ
- 4) การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน เพื่อให้การให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนรู้และเติมเต็มความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ดาวเรือง ลุมทอง. (2553). ผลของรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการพัฒนาการของผลงานด้านทัศนศิลป์: การประยุกต์ใช้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปและข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 6(1), 353-367.
- พรศรี ลิทธิกุลสมบูรณ์. (2539). การเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2553). *ครุมีอาชีพ: สิ่งจำเป็นที่ควรมีและควรเป็น*. สืบค้นจาก <http://jakreenoi.blogspot.com/2013/09/blog-post.html>.
- สมพงษ์ ปันพูน. (2556). *การพัฒนาและการประเมินความสามารถของผู้เรียน: Literacy, Numeracy และ Reasoning*. เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์, ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, ประเทศไทย.

- สมพร ลีลาองอาจ. (2531). ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับรูปแบบของผลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุกัญญา นิมานันท์. (2553). ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 12, 22-28.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555). การประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อประกันคุณภาพผู้เรียน ปีการศึกษา 2555. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม. (2555). ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristic and school learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Duncan, N. (2007). 'Feed-forward': improving students' use of tutors' comments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(3), 271-283.
- Gilman, D. A. (1969). Comparison of several feedback methods for correcting errors by computer-assisted instruction. *Journal of Educational Psychology*, 60(6), 503-508.
- Iron, A. (2008). *Enhancing learning through formative assessment and feedback*. NY: Routledge.