

## การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (C-P-A)

### เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

A STUDY OF THE EFFECTS OF USING CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT

(C-P-A) APPROACH ON QUADRATIC POLYNOMIAL FACTORIZATION FOR MATTHAYOMSUKSA TWO STUDENTS

นิวัต ถ่ายเนียม<sup>1</sup> วันดี เกษมสุขพิพัฒน์<sup>2</sup> และ ทรงชัย อักษรคิด<sup>3</sup>

Niwat Tainiam<sup>1</sup> Wandee Kasemsukpipat<sup>2</sup> and Songchai Ugsonkid<sup>3</sup>

โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” จังหวัดพระนครศรีอยุธยา<sup>1</sup>

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<sup>2,3</sup>

Tharua "Nittayanukul" School, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province<sup>1</sup>

Teaching Mathematics Division, Faculty of Education, Kasetsart University<sup>2,3</sup>

Email: niwat.ta@ku.th<sup>1</sup>

Received 12 June 2024; Revised 31 July 2024; Accepted 28 April 2025.



#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (C-P-A) และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามด้วยกระเบื้องพีชคณิตที่เป็นเครื่องมือเชิงรูปธรรมพร้อมวาดรูปเพื่อบันทึกภาพ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงสื่อรูปธรรมสู่การแสดงแทนเชิงรูปภาพและนำผลที่ได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงรูปภาพไปสู่ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรมในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ทั้งนี้จะต้องลดบทบาทของการใช้สื่อรูปธรรมและการใช้รูปภาพลงเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้เชิงรูปธรรมสู่การเรียนรู้เชิงนามธรรมได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม นักเรียนมี

ความคงทนในการเรียนรู้ หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A แล้ว สองสัปดาห์ โดยมีร้อยละความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 96.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน; ความคงทนในการเรียนรู้

## Abstract

This research aimed to study the guidelines for using Concrete Pictorial Abstract (C-P-A) approach in teaching quadratic polynomial factorization, and to study students' learning achievement and retention of learning on quadratic polynomial factorization. The target group consisted of 26 students from Matthayom 2/9 class at Tha Ruea "Nittayanukul" School in Tha Ruea District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province, during the second semester of the academic year 2023. The research instruments included lesson plans using the C-P-A approach and achievement tests on quadratic polynomial factorization. Data were analyzed using descriptive statistics, such as percentages, arithmetic means, and standard deviations, along with content analysis for qualitative data. The research findings revealed that the guidelines for using C-P-A approach in teaching quadratic polynomial factorization should begin by having students factor polynomials using algebra tiles, a tangible manipulative tool, while recording their results through drawing, thereby linking concrete materials to pictorial representations. The results were discussed collaboratively to generate conjectors, bridging pictorial representations to abstract concepts. Teachers should employ questioning techniques to summarize principles or abstract concepts related to factoring quadratic polynomials, gradually reducing the use of concrete tool and pictorial representation to facilitate students' connection from concrete to abstract learning. The student's achievement after learning through C-P-A based instruction on quadratic polynomials factorization higher than the criteria of 60 percent of the total score. Additionally, the retention of learning, assessed two weeks after learning through the C-P-A based instruction, showed a retention rate of 96.06 percent, which is higher than the criteria of 70 percent.

**Keywords:** The Guidelines for Using C-P-A Approach; Learning Achievement; The Retention of Learning

## บทนำ

คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ไม่ใช่เพียงความสามารถในการท่องจำบทนิยาม กฎ ทฤษฎีบท แต่นักเรียนควรได้รับ การพัฒนาทั้งความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ ควบคู่ไปกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จนนักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถก้าวทันในยุคโลกาภิวัตน์ (Ministry of Education Office of the Basic Education

Commission Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2017) แต่จากการศึกษาผลการประเมินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA ของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2023) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าถึงสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยที่ยังทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้แบบท่องจำมากกว่าการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองแตกต่างจากประเทศสิงคโปร์ที่มีผลการประเมิน PISA 2022 ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนสูงสุดทำอันดับแรกในกลุ่มประเทศอาเซียน (IPST, 2023) ทั้งนี้เนื่องจาก Ministry of Education Singapore (2012) ของประเทศสิงคโปร์ได้นำแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner (1966) ได้แก่ ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive) ขั้นการเรียนรู้จากจินตนาการ (Iconic) และขั้นการเรียนรู้จากการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic) ไปริเริ่มและพัฒนาจนเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract หรือ C-P-A โดยมีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ เมื่อครูต้องการสอนเนื้อหาใหม่ควรเริ่มแนะนำให้นักเรียนทำความเข้าใจผ่านการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม จับต้องได้เป็นอันดับแรก เมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยแล้ว ครูจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่รูปภาพ และความรู้เชิงนามธรรม ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด C-P-A ที่เริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นรูปธรรมก่อนที่จะนำไปสู่นามธรรม ซึ่งจากงานวิจัยของ Chotwinyu (2021) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแผนภาพไปสู่การเขียนสมการในการวางแผนการแก้ปัญหาทางพีชคณิต เสริมสร้างมนทัศน์ การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมได้

จากที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยในแต่ละปีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามด้วยวิธีการจำสูตรตามรูปแบบของพหุนาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จำไม่ได้หรือลืมเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง และไม่สามารถอธิบายหลักการสำคัญของการแยกตัวประกอบของพหุนามได้ ด้วยเหตุที่ว่า การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เป็นบทเรียนที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรมหรือภาษาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร นิพจน์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด C-P-A มาจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยนำกระเบื้องพีชคณิต (Algebra Tiles) เครื่องมือเชิงรูปธรรมที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สัญลักษณ์และ การดำเนินการของนิพจน์พีชคณิตได้ดีขึ้น และสนับสนุนความคิดที่เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติ (Hall, 1999) เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ หลักการหรือความคิดรวบยอด เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ดังงานวิจัยของ Phongwirat (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อปฏิบัติที่เป็นสื่อเชิงรูปธรรมในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน นอกจากนี้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองยังคงเป็นพื้นฐานและหัวใจสำคัญของการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นถัดไปและการเรียนรู้ในอนาคตในหลากหลายวิชา ดังนั้นนอกจาก

นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจแล้วยังต้องมีความคงทนในการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการเรียนรู้ในระดับชั้นถัดไป และการต่อยอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988)

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสอง
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A

### การทบทวนวรรณกรรม

ธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีความเป็นนามธรรมสูง มักถูกถ่ายทอดในรูปแบบของตัวเลข ตัวแปร นิพจน์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และยากต่อการทำความเข้าใจและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูจึงต้องค้นหากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner (1966) ที่เชื่อว่านักเรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน การจัดบรรยากาศการเรียนรู้และประสบการณ์ให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริง ผ่านการลงมือทำด้วยตนเอง การเรียนรู้ในเชิงรูปธรรม จับต้องได้ ซึ่งจากที่กล่าวมานั้น สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ที่ให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ และนามธรรม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แล้วการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ยังเป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านวัตถุจริง ที่หยิบจับได้ ผ่านการซ้ำ ๆ จนเกิดความคุ้นเคยกับคณิตศาสตร์จนสามารถเชื่อมโยงเป็นรูปภาพ แล้วพัฒนาไปสู่การใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุนั้นได้ อีกทั้งนักเรียนยังเกิดการสังเคราะห์องค์ความรู้จากรูปภาพไปเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่ง Ministry of Education Singapore (2012) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A จำนวน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นการสอนแบบรูปธรรม จับต้องได้ โดยครูต้องเลือกสื่อที่จับต้องได้ให้สอดคล้องกับความรู้ที่เป็นนามธรรม โดยผู้วิจัยเลือกใช้กระเบื้องพีชคณิต (Algebra Tiles) ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็ม นิพจน์พีชคณิต สมการ และ พหุนาม (Hall, 1999) 2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) เป็นการเรียนรู้ผ่าน

ภาพหรือแผนภาพที่แสดงแทนวัตถุที่จับต้องได้จากชั้นการสอนเชิงรูปธรรม อาจเป็นการวาดรูปภาพ วาดสัญลักษณ์เพื่อเลียนแบบวัตถุจริงหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ 3) ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นการใช้ตัวเลข ตัวแปรหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ข้างต้นจะพบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่าเป็นผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนสามารถสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและมั่นคง นอกจากนี้การให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการใช้สื่อที่จับต้องได้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นได้ โดย Wilson (1971) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นความสามารถทางด้านปัญญาหรือผลการเรียนรู้ที่เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคลตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนผ่านมา มีลักษณะเป็นชุดคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถของตนเองออกมาอย่างเต็มศักยภาพ โดยผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือกชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นรูปแบบของข้อสอบที่นิยมใช้ในการวัดประเมินผลทางการศึกษา

นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่ใช้สื่อที่นักเรียนจับต้องได้จะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นแล้วนั้น การที่นักเรียนได้หยิบจับวัตถุที่เป็นรูปธรรมผ่านประสาทสัมผัสทำให้นักเรียนสามารถจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีและเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้ เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ในลักษณะการเชื่อมโยงกันของความรู้เชิงรูปธรรม รูปภาพ และนามธรรม ซึ่ง Adams (1976) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่าเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถในการระลึกเนื้อหาที่เคยเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน โดยระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้และเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวเป็นความจำระยะยาว นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ ตามแนวคิดของ Namchampa (2003) ที่กล่าวว่าความจำของนักเรียนจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในการวัดว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ ผลของการวัดควรมีค่าของคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยเลือกวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบผลคะแนนระหว่างทดสอบหลังเรียนเสร็จสิ้นทันทีกับการทดสอบเมื่อผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A จำนวน 4 วงปฏิบัติการ รวม 11 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 คาบเรียน (50 นาที) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองแบบปรนัย

4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสอง ตามแนวคิดการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยบลูม (Bloom's taxonomy) โดยความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.724 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 นำข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดตามวงจรปฏิบัติการ 4 วงจร โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการวิเคราะห์แบบอุปนัย อภิปรายถึงปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ แล้วนำผลจากการสะท้อน ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณได้จาก การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมา คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำผลการทดสอบมา เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และนำผลทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสองสัปดาห์ นำผลมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร

ค่าร้อยละความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$= \left( \frac{\text{ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสองสัปดาห์}}{\text{ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน}} \right) \times 100$$

### ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง คือ เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามด้วยกระเบื้องพีชคณิตที่เป็นเครื่องมือเชิงรูปธรรมที่หยิบจับได้ (C) จากนั้นให้นักเรียนบันทึกภาพที่ได้ลงในใบกิจกรรมซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้เชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมสู่การแสดงแทนเชิงรูปภาพ (P) จากนั้นนำภาพที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้เชื่อมโยงรูปภาพไปสู่ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (A) โดยครูคอยใช้คำถามกระตุ้นความคิดและแนะแนวทางจนนักเรียนได้เป็นหลักการหรือความคิดรวบยอดในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องลดบทบาทของการใช้สื่อรูปธรรมและการใช้รูปภาพลงด้วยการใช้โจทย์งาน แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนตกอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่สามารถใช้กระเบื้องพีชคณิตที่หยิบจับได้มาเป็นเครื่องมือในการแยกตัวประกอบ ไม่ว่าจะเป็นอย่างเพราะจำนวนชิ้นส่วนกระเบื้องพีชคณิตไม่เพียงพอ หรือการใช้ พหุนามที่มีมากกว่าหนึ่งตัวแปร เช่น  $x^2 - 21x + 108$ ,  $12x^3y^2 - 9x^2y^3$  เป็นต้น หรือถ้านักเรียนใช้การวาดรูปจะต้องเลือกพหุนามที่ทำให้นักเรียนประสบปัญหาหรือเกิดความยุ่งยากในการวาดภาพด้วยการใช้พหุนามที่มีจำนวนชิ้นส่วนมาก ๆ ซึ่งต้องใช้เวลาในการวาดภาพ หรือพหุนามที่เลือกใช้การจัดรูปให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์จะสะดวกในการแยกตัวประกอบมากกว่า เช่น  $4(x-1)^2 + 12(x-1) + 9$ ,  $15x^2 + 67x + 72$  เป็นต้น จากสถานการณ์ดังกล่าวถ้าใช้หลักการของการแยกตัวประกอบจะสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามที่กำหนดให้ได้สะดวกและรวดเร็วมากกว่า แนวทางในการลดบทบาทของการใช้สื่อรูปธรรมและการใช้รูปภาพนี้จะเป็นการบิบบสถานการณ์ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้เชิงรูปธรรมสู่การเรียนรู้เชิงนามธรรมได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รายละเอียดเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ดังนี้

1.1 สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรหยิบจับได้ ใช้งานง่าย มีความคงทน มีจำนวนเพียงพอสำหรับนักเรียน และสามารถมองเห็นอย่างชัดเจนได้ทั้งชั้นเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ในชั้นการสอนเชิงรูปธรรมที่ต้องใช้สื่อรูปธรรม ผู้วิจัยเลือกใช้กระเบื้องพีชคณิตที่สามารถหยิบจับได้ ซึ่งทำจากพีวีเจอร์บอร์ดที่มีความคงทน โดยจัดทำเป็นชุดไว้จำนวน 10 ชุด เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานของนักเรียนทั้งชั้นเรียน นอกจากนี้ยังใช้สื่อในการแยกประเภทของชิ้นส่วนที่แสดงแทนนิพจน์พีชคณิต  $x^2$ ,  $-x^2$ ,  $x$ ,  $-x$ ,  $1$  และ  $-1$  เพื่อสะดวกในการจดจำ แต่ในช่วงแรกนักเรียนยังจำไม่ได้ ดังนั้นในช่วง 3 คาบแรก ก่อนการเริ่มใช้กระเบื้องพีชคณิตในการแยกตัวประกอบของพหุนาม จึงต้องมีการทบทวนโดยการให้หยิบชิ้นส่วนกระเบื้องพีชคณิตที่แสดงแทนเอกนามที่กำหนดให้ สำหรับการใช้อสื่อเพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนค้นพบลักษณะสำคัญของ พหุนามที่เป็นผลต่างกำลังสอง ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นกระดานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ถูกตัดมุมใดมุมหนึ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งนอกจากหยิบจับได้แล้วยังสามารถตัดเพื่อพลิกหรือหมุนได้อย่างอิสระ ในส่วนการนำเสนอการแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้กระเบื้องพีชคณิตของนักเรียนในช่วงแรก ผู้วิจัยใช้วิธีการฉายภาพผ่านกล้อง IPAD ให้นักเรียนที่นำเสนอและนักเรียนในชั้นเรียนเห็นการใช้กระเบื้องพีชคณิตที่หยิบจับได้เพื่อเชื่อมโยงกับสื่อจริงตรงหน้าและเห็นการนำเสนอได้อย่างทั่วถึงทั้งชั้นเรียน จากนั้นในคาบเรียนถัด ๆ ไป จากที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้กระเบื้องพีชคณิตที่หยิบจับได้แล้วในคาบเรียนก่อนหน้า ผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือกระเบื้องพีชคณิตในรูปแบบออนไลน์บนเว็บไซต์ MathsBot.com แทนการใช้วิธีการฉายภาพผ่านกล้อง IPAD ซึ่งนักเรียนสามารถใช้งานเว็บไซต์นี้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ของนักเรียนได้ ทำให้เป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกต สืบค้น และสร้างข้อความคาดการณ์ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การอภิปรายร่วมกันจนได้เป็นหลักการหรือความคิดรวบยอด

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ กับเพื่อนในชั้นเรียนผ่านกิจกรรมกลุ่ม หรือการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้และใบกิจกรรมที่มีลักษณะคำถามเป็นการไต่ระดับความคิดเพื่อชวนสำรวจ สังเกต วิเคราะห์และสรุปความสัมพันธ์ที่พบจนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์และเขียนอธิบายแสดงแนวคิดด้วยภาษาของตนเองได้ เช่น พื้นที่ของชิ้นส่วนกระเบื้องพีชคณิตทั้งหมดรวมเป็นเท่าใด ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนของกระเบื้องพีชคณิตเป็นเท่าใด พื้นที่ของชิ้นส่วนกระเบื้องพีชคณิตทั้งหมดกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากก่อนหน้านี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด สามารถเขียนพหุนามนี้ให้อยู่ในรูปผลคูณได้อย่างไร ผลปรากฏว่าในช่วงแรกนักเรียนไม่กล้าเขียนตอบในข้อคำถามที่ถามว่า เพราะเหตุใด อย่างไร เพราะกลัวผิด ผู้วิจัยจึงอธิบายนักเรียนว่าการเขียนตอบเป็นการบันทึกผลที่เราพบตามความเข้าใจของตนเองไม่มีถูกผิด ทำให้นักเรียนกล้าและเปิดใจที่จะเขียนอธิบายแนวคิดของตนเองมากขึ้น ประกอบกับผู้วิจัยคอยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสรุปความรู้ ความเข้าใจและอธิบายแนวคิดตนเองออกมา ดังนั้นการใช้คำถามของครูผู้สอนจึงมีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยให้นักเรียนได้ข้อความคาดการณ์ เพื่อ

นำไปสู่การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนจนได้เป็นหลักการหรือความคิดรวบยอด นอกจากนี้การกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม และหมั่นเดินดูนักเรียนให้ทั่วห้องขณะทำกิจกรรม เพื่อเข้าช่วยเหลือและให้คำแนะนำกับนักเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญเช่นกัน

1.3 เมื่อนักเรียนได้หลักการหรือความคิดรวบยอดแล้วควรลดบทบาทของเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมและรูปภาพให้น้อยลง

ในการมอบหมายงานหรือแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียน ควรเลือกพหุนามที่ไม่สามารถใช้กระเบื้องพีชคณิตที่หยิบจับได้หรือการวาดภาพในการแยกตัวประกอบของพหุนามได้ โดยใช้เหตุผลว่าจำนวนชิ้นส่วนของกระเบื้องพีชคณิตไม่เพียงพอ หรือการวาดรูปทำไม่ได้ไม่สะดวกเพื่อเป็นการลดบทบาทของเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมและรูปภาพลง และให้นักเรียนฝึกใช้หลักการของการแยกตัวประกอบของพหุนามที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยพบว่าการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่อยู่ในรูป เมื่อนักเรียนจะเลือกใช้การ วาดรูปกระเบื้องพีชคณิตมากกว่าการใช้หลักการ เนื่องจากนักเรียนใช้สูตรคูณไม่คล่องจึงเป็นอุปสรรคในการหาพจน์กลาง การใช้การวาดรูปกระเบื้องพีชคณิตจึงสะดวกกว่า

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยก ตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ( $\mu = 13.69$  และ  $\sigma = 2.95$ ) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

กลุ่มเป้าหมาย	จำนวนนักเรียน	เกณฑ์	ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )
หลังเรียน	26	12	13.69	2.95

3. นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A แล้วสองสัปดาห์ โดยมีร้อยละความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 96.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียนสองสัปดาห์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A

	ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ )	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )	ร้อยละความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังเรียน	13.69	68.45	2.950	96.06
หลังเรียนสองสัปดาห์	13.15	65.75	3.319	

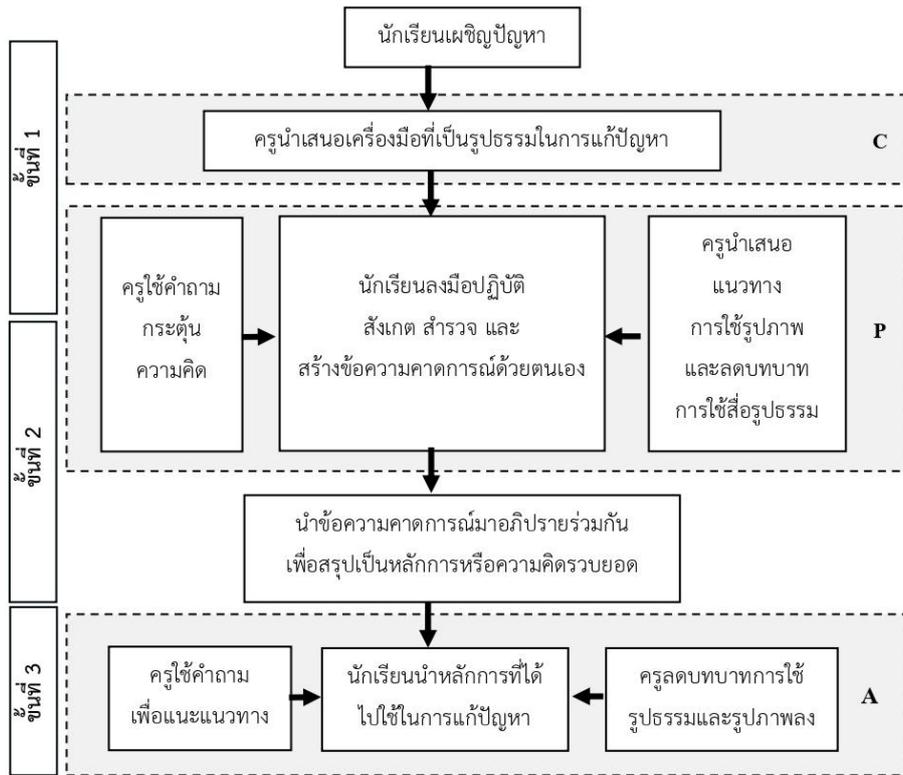
### อภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูต้องลดบทบาทของการใช้สื่อรูปธรรม และการใช้รูปภาพลง โดยทำให้นักเรียนตกอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือที่เป็นรูปธรรมหรือการวาดภาพมาใช้ในการแยกตัวประกอบของพหุนามได้ โดยเลือกงาน โจทย์ หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องใช้หลักการหรือความคิดรวบยอดที่เป็นความรู้และประสบการณ์ใหม่มาใช้ในการแยกตัวประกอบ ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนจะยังพยายามใช้สื่อรูปธรรมหรือการวาดภาพที่เป็นความรู้เดิม ดังนั้นนอกจากปีสถานการณ์ให้นักเรียนใช้หลักการด้วย โจทย์ งาน หรือแบบฝึกหัดแล้ว ครูจะต้องใช้คำถามกระตุ้นความคิดและแนะแนวทางให้นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจเดิมที่เป็นการคิดเชิงรูปธรรมและเชิงรูปภาพให้เชื่อมโยงและเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่เป็นหลักการของการแยกตัวประกอบที่เป็นเชิงนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ว่า การที่นักเรียนเผชิญปัญหาสิ่งใดปัญหาหนึ่ง จะพยายามทำความเข้าใจประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดและประสบการณ์เดิม (assimilation) แต่ถ้าไม่สำเร็จ นักเรียนจะต้องเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (accommodation) จนกระทั่งในที่สุดนักเรียนผสมผสานความคิดหรือประสบการณ์ใหม่นั้นให้เข้ากันกับความรู้ใหม่ได้จนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องเป็นผู้จัดลำดับ กำหนดสถานการณ์และสร้างสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและผสมผสานความรู้เชิงรูปธรรมสู่ความรู้เชิงนามธรรมได้ ดังงานวิจัยของ Phongwirat (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเสริมความคิดรวบยอดโดยใช้สื่อปฏิบัติมาช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้กับนักเรียนจนกระทั่งเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

2. จากผลการวิจัยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์และมีความคงทนในการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้โดยการฟังจากครูเพียงอย่างเดียว ประกอบกับผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระเบื้องพีชคณิตที่เป็นสื่อที่เป็นรูปธรรมหยิบจับได้ ซึ่งจะช่วยนำเสนอเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ฝึกให้นักเรียนบันทึกแนวคิดตนเองออกมาด้วย การภาพวาด และนำมาอภิปรายร่วมกัน และสร้างข้อความคาดการณ์จนนำไปสู่ข้อสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง โดยมีครูคอยแนะแนวทางในการดำเนินกิจกรรม สอดคล้องกับ Bruner (1966) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการใช้ประสาทสัมผัส จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี และการอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ไปสู่การค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ และข้อสรุปต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีจนเกิดเป็นความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meekaew (2023) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A ไปใช้กับคณิตศาสตร์เนื้อหาที่เป็นนามธรรม แล้วนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ โดยงานวิจัยที่ได้ศึกษาพบว่ามีรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือทำและแปลงปัญหาที่เป็นข้อความหรือเนื้อหาเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมผ่านการใช้สื่อรูปธรรมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจำลองรูปภาพ และเขียนอธิบายแนวคิดด้วยการใช้ข้อความ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการเริ่มต้นการเรียนรู้ด้วยสื่อรูปธรรมแล้วนำพานักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงสื่อรูปธรรมไปสู่เนื้อหาที่เป็นเชิงนามธรรมได้ จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นและมีความคงทนในการเรียนรู้

## สรุปองค์ความรู้

ผู้วิจัยสรุปเป็นองค์ความรู้ของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด C-P-A เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นที่ 1 การแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือที่เป็นรูปธรรม โดยครูนำเสนอปัญหาด้วยการให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามที่กำหนดให้ และนำเสนอกระเบื้องพีชคณิตที่หีบจับได้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมเพื่อใช้ในการแยกตัวประกอบของพหุนาม ทั้งนี้ครูควรใช้เวลาในการทำความเข้าใจ และทำความเข้าใจในการใช้งานกระเบื้องพีชคณิตด้วยการให้นักเรียนหยิบชิ้นส่วนของกระเบื้องพีชคณิตที่แสดงแทนเอกนามที่กำหนดให้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนบันทึกภาพที่ได้จากการแยกตัวประกอบของพหุนามด้วยกระเบื้องพีชคณิตที่หีบจับได้ลงในใบกิจกรรมพร้อมเขียนระบุความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ได้ เพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างข้อความคาดการณ์ต่อไป อีกทั้งครูต้องลบบทบาทของสื่อที่หีบจับได้ ลงเพื่อนำไปสู่การใช้รูปภาพ ด้วยการให้สถานการณ์ปัญหาของการแยกตัวประกอบของพหุนามที่จำนวนชิ้นส่วนกระเบื้องพีชคณิตที่หีบจับได้ไม่เพียงพอ หรือใช้พหุนามที่มีมากกว่าหนึ่งตัวแปร

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อความคาดการณ์และสร้างหลักการหรือความคิดรวบยอด โดยครูภาพที่ได้จากการแยกตัวประกอบของพหุนามด้วยกระเบื้องพีชคณิต มาร่วมกันสังเกต สำรวจ โดยมีครูคอยใช้คำถามกระตุ้นความคิดระหว่างทำกิจกรรม จนนักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์ด้วยตนเองด้วยภาษาที่นักเรียนเข้าใจ

จากนั้นครูนำข้อความคาดการณ์ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปเป็นหลักการหรือความคิดรวบยอดในการแยกตัวประกอบของพหุนาม

ขั้นที่ 3 การนำไปใช้ คือขั้นที่นักเรียนนำหลักการหรือความคิดรวบยอดในการแยกตัวประกอบของพหุนามนั้นไปใช้ในการแยกตัวประกอบของพหุนาม โดยครูต้องลดบทบาทของเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมและรูปภาพลงด้วยการเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือที่เป็นรูปธรรมและรูปภาพได้ เพื่อให้นักเรียนใช้หลักการที่ได้มาในการแยกตัวประกอบ โดยครูคอยใช้คำถามในการแนะแนวทาง

### ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์เชิงนามธรรมได้ โดยควรให้ความสำคัญกับการออกแบบและเชื่อมโยงเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้สามารถแสดงแทนด้วยรูปภาพ หรือทำให้เป็นรูปธรรมที่สามารถห้จับได้ให้ได้มากที่สุด ระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูต้องลดบทบาทการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมและการใช้รูปภาพลงในแต่ละขั้นของการสอน และคอยใช้คำถามกระตุ้นความคิด รวมถึงแนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนสามารถก้าวผ่านแต่ละขั้นจนสามารถแก้ปัญหาด้วยความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำสื่อเทคโนโลยีเข้ามาส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทำให้ประเด็นในการวิจัยครั้งถัดไปควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับจัดการเรียนรู้ที่นำสื่อเทคโนโลยีมาสนับสนุนในการจัดการเรียนรู้ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจและเชื่อมโยงสู่ขั้นการสอนเชิงนามธรรมได้ เช่น GeoGebra Classroom, Desmos Classroom, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน เป็นต้น

### References

- Adam, Jack A. (1976). *Human Memory*. New York: McGraw-Hill
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge: Harvard University Press
- Chotwinyu, N.. (2021). Study Of Mathematical Problem-solving Ability And Achievement In Linear Equations In One Variable Via Concrete-pictorial-abstract (CPA) Approach Activities For Mathayomsuksa I Students. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University. Bangkok
- Hall, B. C. (1999). *Using algebra tiles effectively tools for understanding*. New Jersey. Prentice Hall
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2023). *PISA 2022 Results*. Bangkok: PISA Thailand. Retrieved May 10, 2024, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3<sup>rd</sup> ed.). Victoria. Deakin University
- Meekaew, N. (2023). A study of learning achievement in mathematics on the problem of percent by using the Concrete Pictorial Abstract: CPA process together with the situation as a basis of grade 5 students. (Master's Thesis). Buriram Rajabhat University.

Buriram Ministry of Education Office of the Basic Education Commission Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2017). *Basic Education Core Curriculum (amend in 2017)*. Bangkok: Kurusapha Ladprao printery.

Ministry of Education Singapore. (2012). *Mathematics syllabus primary one to six*. Singapore: Ministry of Education Singapore. Retrieved May 15, 2024, from <https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/>

Namchampa, S. (2003). *Comparison of conceptual understanding and retention in learning about genetics at Mathayom 4 level between teaching using the knowledge creation model from the basis of prior knowledge and normal teaching*. (Master's Thesis). Khon Kaen University

Phongwirat, S. (2016). *Concept formation on factoring second degree polynomials of grade 8 students through manipulative tools*. (Master's Thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary school mathematics*. In B. S.

Bloom (Ed.), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill

