

การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้

Enhancing Complex Problem-Solving Skills of Adolescents by Applying Information Processing Theory and Self-Regulation Learning

วิหวัธ เพ็ญภู^{1*} พูลพงศ์ สุขสว่าง^{2*} และ พีร วงศ์อุปราช³

Withawat Penphu^{1*}, Poonpong Suksawang^{2*} and Peera Wongupparaj³

(Received: May 30, 2022; Revised: July 22, 2022; Accepted: August 1, 2022)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ และศึกษาผลของโปรแกรมต่อการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่น กลุ่มตัวอย่างเป็นวัยรุ่นอายุ 13 – 17 ปี จำนวน 60 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน COMPRO วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Pair – sample t-test ANOVA MANOVA และ MANCOVA ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การวางแผนกำหนดเป้าหมายและการวางแผนกลยุทธ์ ระยะที่ 2 การตรวจสอบประสิทธิภาพ การประเมินกลยุทธ์

¹ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา หน่วยวิจัยวิทยาการปัญญาและนวัตกรรม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

² รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา หน่วยวิจัยวิทยาการปัญญาและนวัตกรรม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

³ อาจารย์ สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา หน่วยวิจัยวิทยาการปัญญาและนวัตกรรม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและนวัตกรรม ทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2564 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2563

¹ Doctoral degree student, Research and Statistics in Cognitive Science, Cognitive Science and Innovation Research Unit, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

² Associate Professor, Research and Statistics in Cognitive Science, Cognitive Science and Innovation Research Unit, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

³ Lecturer, Research and Statistics in Cognitive Science, Cognitive Science and Innovation Research Unit, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

The research received a grant for research and innovation from the Graduate Study Development Fund, fiscal Year 2021, National Research Council of Thailand (NRCT)

The research also received a graduate research grant from Burapha University, fiscal year 2020.

*Corresponding Author E-mail: psuksawang@gmail.com

และปรับปรุงกลยุทธ์ ระยะที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้ โดยโปรแกรมมีความเหมาะสม ในการนำไปใช้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่น (S-CVI=.90) และ 2) ทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในกลุ่มทดลอง ภายหลังการฝึกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F_{Wilk'Lambda}=6.26, p=.00$)

คำสำคัญ: การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทฤษฎีประมวลสารสนเทศ การกำกับตนเองในการเรียนรู้

Abstract

This research aimed to develop and investigate the effects of a computer program for enhancing complex problem-solving skills of adolescents by applying information processing theory and self-regulation learning. The sample consisted of 60 adolescents 13 – 17 years of age. Thirty adolescents were randomly assigned into the experimental group and the other 30 into the control group. Data of complex problem-solving skills were collected, using COMPRO. The analysis of data employed pair-sample t-test, ANOVA, MANOVA and MANCOVA. The research results revealed that: 1) the computer program developed consisted of 3 phases: Phase 1 dealt with planning, setting goals and strategies. Phase 2 dealt with examining efficiency, assessing strategies and improve strategies. Phase 3 dealt with application of knowledge. The computer program was suitable for enhancing complex problem-solving skills in adolescence (S-CVI=.90); and 2) the complex problem-solving scores of the experimental group, after training, were higher than those of the control group, with statistical significance at the .05 level ($F_{Wilk'Lambda}=6.26, p=.00$).

Keywords: complex problem solving, Information Processing Theory, self-regulation learning

บทนำ

ทุกวันนี้โลกของเราขับเคลื่อนไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว การปรับตัวเพื่อเพิ่มทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 กลายเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จที่คนรุ่นใหม่ต้องใส่ใจและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งจำเป็นต้องมีศักยภาพในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การเรียนรู้ตลอดชีวิต และทักษะในการทำงานแบบองค์รวม (collaboration skills) (Griffin & Care, 2014) และความสามารถอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง คือความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (complex problems solving skill) (Mainzer, 2009) World Economic Forum (2016) รายงานว่า โลกสมัยใหม่ที่เรอาศัยอยู่นี้ปัญหาต่างๆ ที่ต้องพบเจอล้วนไม่ใช่เพียงแค่ปัญหาที่มีสาเหตุหรือปัจจัยเพียงหนึ่งเดียว แต่ต้องเจอกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงในการชีวิตในสังคม ดังนั้นทักษะที่จำเป็นมากสำหรับโลกในอนาคตจึงเป็นทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

Frensch & Funke (1995) ได้นิยามปัญหาที่ซับซ้อนคืออุปสรรคที่ขวางอยู่ระหว่างช่วงสถานะการเริ่มต้น (start state) กับสถานะเป้าหมายที่ตั้งไว้ (goal state) การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนต้องอาศัยกิจกรรมทางปัญญา (cognitive activities) และพฤติกรรม (behavior) ถ้าเป็นการแก้ปัญหาแบบธรรมดา คือการแก้ปัญหาที่รู้ว่าจะไปถึงเป้าหมายต้องเจออุปสรรคอะไรบ้าง แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะไม่สามารถรู้ถึงอุปสรรคระหว่างทางได้ และอุปสรรคนั้นยังสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาได้ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนต้องใช้ทั้งกระบวนการทางปัญญา อารมณ์ และ ความรู้พื้นฐานของแต่ละบุคคล หรืออีกนัยหนึ่งกล่าวได้ว่า ปัญหาแบบธรรมดาคือปัญหาที่ถูกกำหนดคำตอบของปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่การแก้ปัญหาแบบซับซ้อนคำตอบของปัญหาจะไม่ได้ถูกกำหนดไว้ชัดเจนตายตัว ซึ่งความแตกต่างระหว่างปัญหาที่ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนกับปัญหาที่ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนคือ ปัญหาที่ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจน (well-defined problems) มีแนวทางอย่างชัดเจนและแม่นยำในการไปให้ถึงเป้าหมายที่กำหนดไว้ เช่น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกกำหนดคำตอบไว้อย่างชัดเจน แต่ปัญหาที่ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน (ill-defined problems) เป้าหมายจะไม่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น การแก้ไขปัญหาคความขัดแย้งทางการเมืองแบบนี้อาจมีทางออกของปัญหาได้หลายทาง ปัญหาประเภทนี้เรียกว่าปัญหาที่ซับซ้อน (complex problem) การแก้ไขปัญหที่ต้องอาศัยกระบวนการทางจิตภายในแต่ละบุคคลและการจัดการกับปัญหาที่ไม่มีความชัดเจนอยู่ภายใต้คำจำกัดความของการแก้ไขปัญหที่ซับซ้อน (complex problem solving)

การพัฒนาบุคลากรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในอนาคต (future skills development) จากผลสำรวจ Future of Jobs Report 2018 ของ World Economic Forum ในประเด็นความต้องการของทักษะอนาคต ในปี ค.ศ. 2022 พบว่ามากกว่า 1 ใน 3 หรือ 36% ของงานในทุกภาคอุตสาหกรรม จำเป็นต้องใช้ทักษะการแก้ไขปัญหที่ซับซ้อน (World Economic Forum, 2018)

การแก้ไขปัญหที่ซับซ้อนจะเน้นถึงการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ต้องมีการรวบรวมกระบวนการทางจิตวิทยาที่ใช้ในการควบคุมตนเอง (self-regulated) และกิจกรรมที่จำเป็นในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา (dynamic environments) เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่ไม่สามารถกำหนดคำตอบของปัญหาได้อย่างชัดเจนที่เรียกว่า “ill-defined” การผสมผสานความคิดสร้างสรรค์และกลยุทธ์ต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นการแก้ปัญหาจึงจะมีความสมบูรณ์ กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยกระบวนการทางปัญญา (cognitive) อารมณ์ (emotional) และการสร้างแรงบันดาลใจ (motivational aspects) ตลอดจนตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการทางปัญญา (non-cognitive) ยิ่งในสถานการณ์ที่มีการเติมพ้นสูงก็ยิ่งส่งผลต่อการแก้ปัญหาอีกด้วย (Dörner & Funke, 2017)

วัยรุ่นเป็นกำลังสำคัญที่จะต้องเติบโตขึ้นไปเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ร่วมพัฒนาประเทศชาติบ้านเมืองต่อไปในอนาคต การวางแผนพัฒนาเพื่อวางรากฐานให้กลุ่มวัยรุ่นมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ดีของประเทศชาติโดยสมบูรณ์เป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ที่ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนในสังคมอย่างทั่วถึง วัยรุ่นควรมีทักษะการคิดขั้นสูง เทคโนโลยีมีล้นเต็มเดียว ความรู้พื้นฐานเชิงพหุ และความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ประเทศไทยได้มีการ

กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป็นยุทธศาสตร์ชาติฉบับแรกของประเทศไทย ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ซึ่งจะต้องนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ โดยเฉพาะในยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะที่สำคัญที่สุดคือการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

จากการศึกษาการวิธีการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน พบว่า มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการฝึกอบรม และ 2) วิธีการฝึกการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีการฝึกอบรมนั้นยังพบข้อจำกัดอยู่ เนื่องจากวิธีการฝึกอบรมใช้ทรัพยากรค่อนข้างมากในการจัดแต่ละครั้ง วิธีที่น่าสนใจกว่าคือการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสะดวกสบายมากกว่า แต่จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยคอมพิวเตอร์นั้น พบว่ามีโปรแกรมเพียงไม่กี่โปรแกรมที่มีผลงานวิจัยรองรับ และโปรแกรมห้างมีวัตถุประสงค์ในการสร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเท่านั้น ยังไม่พบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยตรง (Kretzschmar & Süß, 2015)

จากการศึกษาทฤษฎีที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนคือทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (information processing theory) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการวางแผนกลยุทธ์ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (strategies) การติดตามงาน (monitoring) และการประเมินงาน (evaluation) การที่จะทำให้เกิดการวางแผนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ดี สิ่งสำคัญคือต้องมีการให้ความรู้ ซึ่งทำให้เกิดเนื้อหาความจำ (memory contents) ทำให้เกิดสร้างองค์ความรู้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Klausmeier, 1985) และการแก้ไขปัญหาก็จะเน้นถึงการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ต้องใช้กระบวนการทางจิตวิทยาในการกำกับตนเอง (self-regulated) (Dörner & Funke, 2017) จากการศึกษาวิจัยของ ElAdl & Polpol (2020) ที่ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์การกำกับตนเองในการเรียนรู้ต่อทักษะการแก้ปัญหา พบว่า เด็กนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้กลยุทธ์การกำกับตนเองในการเรียนรู้เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (self-regulation learning) (Zimmerman, 2002) มาประยุกต์ใช้สำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยใช้ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่และวิธีเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้

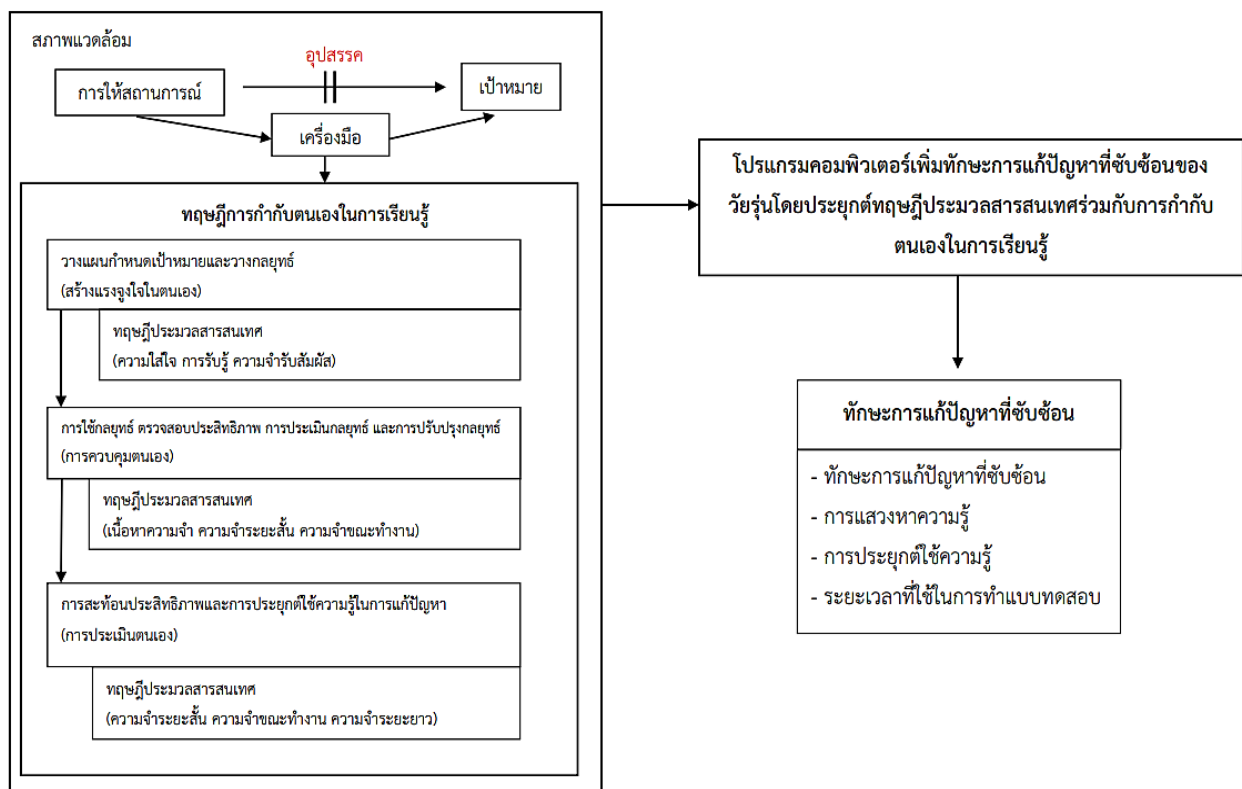
กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ มีแนวคิดในการสร้างโปรแกรมโดยการให้สถานการณ์ (situation) และต้องเผชิญกับอุปสรรค (barriers) ที่มีอยู่ระหว่างการแก้ปัญหาที่กำหนด เพื่อไปถึงเป้าหมาย (goals) โดยอุปสรรคจะมีความซับซ้อนเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยต้องอยู่ในสภาพแวดล้อม (environment) เช่น ความคาดหวัง ความร่วมมือ ความกดดันจากเพื่อน หรือ สิ่งรบกวนอื่นๆ ผู้แก้ปัญหามustใช้เครื่องมือ (tools) เพื่อทำให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด (Frensch & Funke, 1995) ซึ่งเครื่องมือของผู้แก้ปัญหานั้นใช้องค์ประกอบของทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (information processing theory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การวางแผนกลยุทธ์ (strategies) การติดตาม (monitoring) และการประเมิน (evaluation) การที่จะทำให้ เกิดการวางแผนกลยุทธ์ได้ดี มีการติดตามงานเพื่อให้เป็นไปตามกลยุทธ์และสามารถประเมินงานได้นั้น สิ่งสำคัญคือต้องมีการให้เนื้อหาความจำ (memory contents) เพื่อทำให้เกิดองค์ความรู้ การทำให้เกิดความจำ อธิบายได้ด้วยทฤษฎีประมวลสารสนเทศ เริ่มจากการรับสิ่งเร้าผ่านความจำรับสัมผัส (sensory memory) โดยต้องมีความใส่ใจ (attention) และ การรับรู้ (perception) เป็นปัจจัยสำคัญในการรับข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูล ไว้ในความจำระยะสั้น (short-term memory) และในความจำระยะสั้นนี้เนื่องจากการประมวลผลข้อมูลจะมีการดึงความจำชั่วขณะหนึ่งออกมาใช้งาน เรียกว่าความจำขณะทำงาน (working memory) ก่อนที่สมองจะ บันทึกข้อมูลในความจำระยะยาว (long-term memory) ผ่านการทำซ้ำ (rehearsal) หรือ การเข้ารหัส (encoding) และเมื่อมีการเรียกคืน (retrieval) ข้อมูลในความจำระยะยาวเพื่อนำออกมาใช้ ข้อมูลจะถูก ส่งกลับไปยังความจำขณะทำงานเพื่อตอบสนอง กระบวนการนี้มีความสัมพันธ์กับการเข้ารหัส หากการเข้ารหัส ทำให้เกิดการเก็บจำได้ดีมีประสิทธิภาพการเรียกคืนก็จะมีประสิทธิภาพตามไปด้วย (Klausmeier, 1985)

การแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนจะเน้นถึงการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ต้องมีการรวบรวม กระบวนการทางจิตวิทยาที่ใช้ในการกำกับตนเอง (self-regulated) (Dörner & Funke, 2017) เพื่อใช้ในการ ควบคุมกำกับให้สามารถทำตามกระบวนการประมวลสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ ทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (self-regulated learning) โดยใช้หลักวงจรการกำกับตนเองในการ เรียนรู้ เริ่มจาก 1) การวางแผนกำหนดเป้าหมายและวางแผนกลยุทธ์ การทำแผนก่อนเริ่มทำงานจะช่วยให้พวกเขา วางแผนได้ตั้งแต่เริ่มต้น กระตุ้นให้เกิดความพยายามและแรงจูงใจในตนเอง (self-motivation) 2) การใช้ กลยุทธ์ ตรวจสอบประสิทธิภาพ การประเมินกลยุทธ์ และการปรับปรุงกลยุทธ์ ในขั้นตอนนี้คือการทำตามแผน ที่ระบุไว้ในขั้นตอนแรก จะทำให้เกิดความมั่นใจเกิดการควบคุมตนเอง (self-control) ให้เป็นไปตามแผน กลยุทธ์ที่กำหนด การตรวจสอบประสิทธิภาพช่วยให้เกิดการสังเกตตนเอง (self-observation) กระตุ้นให้ยึด ติดกับกลวิธีที่ตั้งเป้าหมายไว้และเป็นการตรวจสอบตนเองเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการดำเนินการตามกลยุทธ์ และ 3) การสะท้อนประสิทธิภาพและการประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดการประเมิน ประสิทธิภาพของตนเองและผลลัพธ์ที่ได้ สะท้อนประสิทธิผลของกลยุทธ์ที่ใช้ เช่นเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสม หรือไม่ ปฏิบัติตามด้วยกลยุทธ์ที่เลือกไว้หรือไม่ ช่วยจัดการอารมณ์ของตนเอง ทำให้เกิดการประเมินตนเอง (self-assessment) นำไปสู่แนวความคิดที่มีประสิทธิผลเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของ

ตัวเองได้ ส่วนสำคัญของกระบวนการนี้คือ เพื่อวางแผนปรับปรุงกลยุทธ์ให้มีประสิทธิภาพสำหรับงานต่อ ๆ ไป (Zimmerman, 2002)

จากแนวคิดของ Fischer et al., (2012) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมุ่งเน้นไปที่สองด้านที่เป็นศูนย์กลางและมีการเชื่อมโยงกัน ซึ่งได้แก่ การแสวงหาความรู้ (knowledge acquisition) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (knowledge application) การแสวงหาความรู้เป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้คนสามารถสำรวจและเข้าใจการทำงานของระบบที่ซับซ้อนในขณะที่การประยุกต์ใช้ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สามารถเข้าใจและควบคุมสภาพแวดล้อมในการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งถือเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหาของมนุษย์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมาตรฐาน COMPRO: Complex Problem Solving Test (Greiff & Wüstenberg, 2015) ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2564 เพศชายและเพศหญิง อายุ 13-17 ปี ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้า (inclusion criteria) ได้แก่ สนใจเข้าร่วมการทดลอง และไม่มีความพิการทางด้านร่างกายที่ส่งผลกระทบต่อ การทดลอง จำนวน 60 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยงานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรอง

จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยบูรพา และกลุ่มตัวอย่างทุกคนลงนามยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม และ มีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่

1.1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา เกรดเฉลี่ยรวม เทอมล่าสุด เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เทอมล่าสุด และประวัติการเจ็บป่วยทางกาย

1.2 แบบทดสอบมาตรฐานความฉลาดทางด้านสติปัญญา (IQ) Advance Progressive Matrices (APM) เป็นแบบทดสอบอวัจนภาษา จำนวน 36 ข้อ มีค่าความเที่ยงอยู่ที่ 0.80 ทดสอบเป็นรายบุคคล ใช้เวลาทดสอบประมาณ 15-40 นาที คิดคะแนนโดยรวมคะแนนตอบถูกต้องทั้งหมดและนำคะแนนดิบที่ได้มาเทียบกับตารางแปลผลคะแนน IQ โดยบุคคลปกติทั่วไป มีค่า IQ มาตรฐานอยู่ที่ 90 ถึง 110 (Raven, 2008)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในกลุ่มทดลอง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในกลุ่มควบคุม คือ เกมคอมพิวเตอร์ซูโดกุ (Sudoku) เนื่องจากการศึกษา งานวิจัยพบว่า เกมดังกล่าวสามารถฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้ (Pelánek, 2011) ผู้วิจัยจึงสนใจนำมาใช้ในกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และยังเป็นเกมที่มีการเผยแพร่ทั่วไปให้ใช้ฟรีอีกด้วย โดยเกมคอมพิวเตอร์ซูโดกุ คือเกมปริศนาตัวเลข ที่ผู้เล่นต้องเลือกใส่ หมายเลขตั้งแต่ เลข 1 ถึงเลข 9 โดยมีเงื่อนไขว่าในแต่ละแถวและแต่ละหลักตัวเลขต้องไม่ซ้ำกัน ตารางซูโดกุจะมี 9×9 ช่อง ซึ่งประกอบจากตารางย่อย 9 ตาราง ในลักษณะ 3×3 แบ่งแยกกันโดยเส้นหนา และในแต่ละตารางย่อยจะต้องมีตัวเลข 1 ถึง 9 เช่นเดียวกัน เมื่อเริ่มเกมจะมีตัวเลขบางส่วนให้มาเป็นคำใบ้ และผู้เล่นจะต้องใส่ทุกช่องที่เหลือให้ครบ โดยตามเงื่อนไขว่าแต่ละตัวเลขในแต่ละแถวห้ามซ้ำกัน (Jana et al., 2022)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม

3.1 แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมาตรฐาน COMPRO: Complex Problem Solving Test ใช้สำหรับประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน เหมาะสำหรับนักจิตวิทยาทั่วไป และนักจิตวิทยาการศึกษา แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมาตรฐาน COMPRO มีค่าความเที่ยง (reliability) อยู่ที่ 0.92 แบบทดสอบประกอบไปด้วยการจำลองสถานการณ์การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน จำนวน 11 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 50 นาที (Greiff & Wüstenberg, 2015) ซึ่งแบบทดสอบแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือการทดสอบการแสวงหาความรู้ (knowledge acquisition) และส่วนที่สองคือการทดสอบการประยุกต์ใช้ความรู้ (knowledge application) ซึ่งการคิดคะแนนพิจารณาได้ดังนี้ 1) คะแนนความสามารถ

ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน พิจารณาจากผลรวมของคะแนนการแสวงหาความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้ มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน 2) คะแนนการแสวงหาความรู้ พิจารณาจากผลรวมของคะแนนการตอบถูกที่ได้จากส่วนแรกของแบบทดสอบ มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน 3) คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ พิจารณาจากผลรวมของคะแนนการตอบถูกที่ได้จากส่วนที่สองของแบบทดสอบ มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน 4) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ พิจารณาจากความเร็วที่ใช้ในการทำแบบทดสอบมีหน่วยเป็นนาที (Krieger et al., 2021)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้แบ่งวิธีดำเนินการทดลองออกเป็น 2 ระยะ ประกอบด้วย ระยะก่อนการทดลองและระยะการทดลอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ระยะก่อนการทดลอง

3.1.1 จัดทำใบสมัครเข้าร่วมโครงการออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google form โดยกำหนดรายละเอียดที่ต้องกรอกในสมัครได้แก่ ชื่อ นามสกุล เพศ อายุ ระดับการศึกษา เบอร์โทรศัพท์ เกรดเฉลี่ยรวมภาคการศึกษาล่าสุด เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เทอมล่าสุด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ระบุวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย และการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างไว้ในใบสมัครด้วย และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเลือกเข้าและเกณฑ์คัดออก และได้กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ จำนวน 60 คน จากนั้นสุ่มตัวอย่างเข้าสู่งการทดลองโดยการสุ่มอย่างง่าย (random assignment) ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

3.1.2 ผู้วิจัยชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมด การเตรียมตัวก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง ขอความร่วมมืองดเข้าร่วมกิจกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา และควบคุมความตรงภายใน (internal validity) และเรื่องการรั่วไหลของข้อมูลการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มไปยังกลุ่มทดลองอื่น โดยผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดให้ทราบเป็นรายบุคคลทางโทรศัพท์ พร้อมนัดหมายวันและเวลาในการเข้าร่วมการทดลองของแต่ละบุคคลเพื่อให้เข้ามาทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศด้านวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

3.2 ระยะการทดลอง

3.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงกระบวนการวิจัย จากนั้นให้ผู้ปกครองและผู้เข้าร่วมการทดลองลงนามในแบบฟอร์มยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย ทดสอบ IQ ของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาประมาณ 45 นาที และทำกิจกรรมทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก่อนการทดลอง (pre-test) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลาประมาณคนละ 45 นาที

3.2.2 ดำเนินการฝึกโปรแกรมทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

3.2.2.1 กลุ่มทดลอง ผู้วิจัยให้ฝึกโปรแกรมเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่น โดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองให้การเรียนรู้ เนื่องจากระยะเวลาขณะทำการวิจัยเป็นช่วงที่มีการระบาดของไวรัสติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมให้เป็นแบบออนไลน์เพื่อสะดวกในการใช้งานเป็นรายบุคคลและลดการรวมกลุ่ม โดยผู้วิจัยอธิบายวิธีใช้งานโปรแกรมและแจกคู่มือการฝึกให้กับกลุ่มทดลองกลับไปทำการฝึกที่บ้าน โดยฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที เป็นจำนวน 10 ครั้ง

3.2.2.2 กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยให้ฝึกเล่นเกมฝึกสมองซูโดกุ เนื่องจากระยะเวลาขณะทำการวิจัยเป็นช่วงที่มีการระบาดของไวรัสติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ผู้วิจัยจึงให้ฝึกเล่นเกมเป็นแบบออนไลน์ เพื่อสะดวกในการใช้งานเป็นรายบุคคลและลดการรวมกลุ่ม โดยผู้วิจัยอธิบายวิธีการเล่นเกมและแจกคู่มือการฝึกให้กับกลุ่มทดลองกลับไปทำการฝึกที่บ้าน โดยฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที เป็นจำนวน 10 ครั้ง

3.2.3 ดำเนินการทำการกิจกรรมทดสอบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการทดลอง (post-test) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลาประมาณคนละ 45 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือด้วยดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความฉลาดทางด้านสติปัญญา (IQ) เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และเกรดเฉลี่ยรวม ด้วยสถิติ ANOVA เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในกลุ่มทดลองระยะก่อนกับหลังการทดลองด้วยสถิติ pair – sample t-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองระยะก่อนการทดลองด้วยสถิติ MANOVA และระยะหลังทดลองด้วยสถิติ MANCOVA เนื่องจากพบว่าตัวแปรคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมเป็นตัวแปรแทรกซ้อนในการวิจัยนี้

ผลการวิจัย

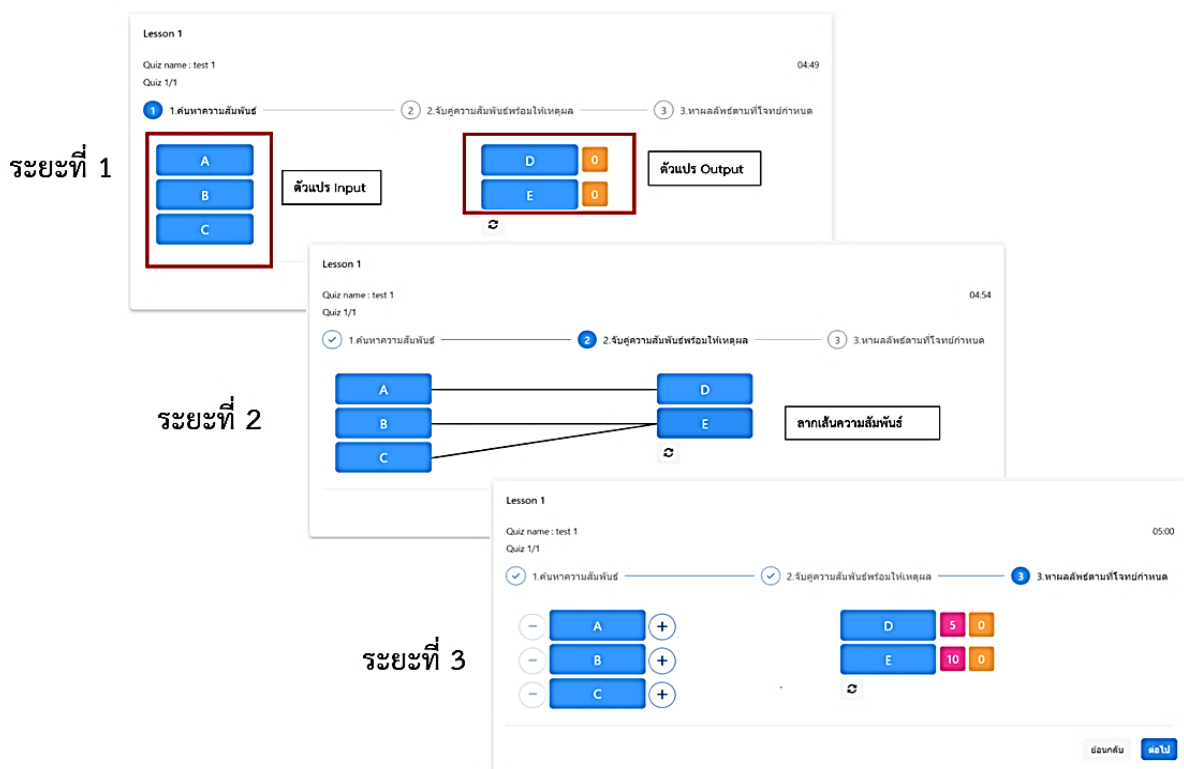
ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้สอดคล้องกับทฤษฎีประมวลสารสนเทศและทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ โดยการกำหนดสถานการณ์การแก้ปัญหาและใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวางแผนกำหนดเป้าหมายและการวางกลยุทธ์ ระยะที่ 2 การตรวจสอบประสิทธิภาพ การประเมินกลยุทธ์ การปรับปรุงกลยุทธ์ และระยะที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้

ระยะที่ 1 การวางแผนกำหนดเป้าหมายและการวางกลยุทธ์ ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ชื่อว่า “ค้นหาความสัมพันธ์” มีขั้นตอนดังนี้ 1) กดที่ปุ่มตัวอักษร A B หรือ C ซึ่งจะเป็นตัวแปรป้อนเข้า (Input) เมื่อกดแล้วจะทำให้ค่าของ D และ E เปลี่ยนไปซึ่งเป็นตัวแปรผลลัพธ์ (Output) โดยค่าที่เปลี่ยนไปจะแสดงเป็นตัวเลข ผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องค้นหาให้ได้ว่า เมื่อกดที่ตัวอักษร A B หรือ C แล้ว ค่าของตัวแปร D และ E จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าไร โดยให้ใช้เวลา 5 นาที 2) เมื่อผู้เข้าร่วมการทดลองทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรป้อนเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ และพอใจกับผลลัพธ์แล้ว ให้กดปุ่ม “ถัดไป”

ระยะที่ 2 การตรวจสอบประสิทธิภาพ การประเมินกลยุทธ์ การปรับปรุงกลยุทธ์ ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ชื่อว่า “จับคู่ความสัมพันธ์พร้อมให้เหตุผล” มีขั้นตอนดังนี้ 1) ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรป้อนเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ โดยให้ลากเส้น ระหว่างตัวแปรที่คิดว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงบวกเท่านั้น เช่น กด A แล้ว D เพิ่มขึ้นแสดงว่า A และ D มีความสัมพันธ์กันเชิงบวก เป็นต้น วิธีการลากเส้นคือ ให้คลิกที่ตัวแปรฝั่งซ้าย 1 ครั้ง และ คลิกที่ตัวแปรฝั่งขวา 1 ครั้ง เพื่อกำหนดเส้นความสัมพันธ์ 2) เมื่อลากเส้น

ความสัมพันธ์ได้แล้วให้ผู้เข้าร่วมการทดลองกดที่ปุ่ม “วิธีคิด” จากนั้นหน้าต่างให้ระบุวิธีคิดจะปรากฏขึ้นมาให้ผู้เข้ารับการทดลองพิมพ์ข้อความให้เหตุผลลงไปว่าทำไมถึงได้ลากเส้นความสัมพันธ์แบบนั้น มีวิธีคิดอย่างไรแล้วแต่ผู้ทดลองจะระบุ เช่น กด A แล้ว D ค่าเพิ่มขึ้น 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงบวก เมื่อให้เหตุผลเสร็จแล้วจากนั้นกดที่ปุ่ม “ตกลง” 3) โปรแกรมจะทำการตรวจคำตอบการลากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรป้อนเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องโปรแกรมจะดำเนินการต่อไป แต่ถ้าผิดโปรแกรมจะให้กลับไปลากเส้นความสัมพันธ์ใหม่ พร้อมกับให้เหตุผลใหม่ โดยขั้นตอนในระยะที่ 2 นี้ทั้งหมดใช้เวลา 5 นาที

ระยะที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ชื่อว่า “หาผลลัพธ์ตามโจทย์ที่กำหนด” มีขั้นตอนดังนี้ 1) โปรแกรมจะกำหนดค่าเป้าหมายของตัวแปรผลลัพธ์มาให้ 2) ผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องปรับค่าของตัวแปรผลลัพธ์ ให้ได้ตามเป้าหมายที่โปรแกรมกำหนดมาให้ โดยการกดปุ่มเครื่องหมาย “+” หรือ “-” ของตัวแปรป้อนเข้า และต้องทำให้ได้ตามเวลาที่กำหนด ให้เวลาในขั้นตอนนี้ 5 นาที แสดงดังภาพ 2 ตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมด้วยดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ได้ค่าเท่ากับ 0.90



ภาพ 2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติบรรยาย ผลปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 60 คน เพศหญิง จำนวน 41 คน (ร้อยละ 68.30) เพศชาย จำนวน 19 คน (ร้อยละ 31.70) มีอายุอยู่ระหว่าง 13–17 ปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีสุขภาพแข็งแรง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ความฉลาดทางด้านสติปัญญา (IQ) เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ และ เกรดเฉลี่ยรวมของกลุ่มอย่าง ส่งผลต่อ ทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Fischer et al., 2012) ผู้วิจัยจึงได้มีการวัดผลและนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเท่าเทียมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนน ความฉลาดทางด้านสติปัญญา (IQ) เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และเกรดเฉลี่ยรวม ด้วยสถิติ ANOVA ปรากฏว่า ความฉลาดทางด้านสติปัญญา ($F=2.79, p=.10$) เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ($F=1.28, p=.26$) และ เกรดเฉลี่ยรวม ($F=0.69, p=.41$) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนระหว่างก่อนกับหลังการฝึกด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎี การกำกับตนเองในการเรียนรู้ในกลุ่มทดลองด้วยสถิติ pair – sample t-test ปรากฏว่าคะแนนทักษะ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ($t=4.23, p=.00$) คะแนนการแสวงหาความรู้ ($t=2.42, p=.02$) คะแนนการประยุกต์ใช้ ความรู้ ($t=4.30, p=.00$) และของกลุ่มทดลองหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึกและมีระยะเวลาที่ใช้ในการทำ แบบทดสอบหลังการฝึกน้อยกว่าก่อนการฝึก ($t= 5.88, p=.00$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดัง ตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนระหว่างก่อนกับหลังการฝึกด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศ ร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง (n=30)	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก		df	t	p
	M	SD	M	SD			
คะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน	72.56	15.58	80.63	13.62	29	4.23**	.00
คะแนนการแสวงหาความรู้	78.23	13.62	84.00	11.57	29	2.42*	.02
คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้	58.03	26.88	71.40	29.99	29	4.30**	.00
ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ	27.06	3.82	21.00	4.05	29	5.88**	.00

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

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก่อนการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการ เรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ร่วมพหุแบบทางเดียว (MANOVA) โดยการทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของทักษะการแก้ปัญหา ที่ซับซ้อน ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ค่าสถิติทดสอบ Box's M เท่ากับ 17.01 และ ค่าสถิติทดสอบ $F_{Box's M} = 1.57$ โดยมีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ $p=.10$ แสดงให้เห็นว่า เมทริกซ์ ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ผลการทดสอบความแปรปรวนของทักษะ

การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกรายด้านด้วยสถิติ Levene's Test ปรากฏว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ($F_{Levene's} = 2.19, p = .14$) คะแนนการแสวงหาความรู้ ($F_{Levene's test} = .23, p = .63$) คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ ($F_{Levene's} = 3.74, p = .05$) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ($F_{Levene's test} = 1.59, p = .22$) มีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก่อนการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ($F = 2.80, p = .09$) คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ ($F = 0.79, p = .37$) และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ($F = 1.92, p = .17$) ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่คะแนนการแสวงหาความรู้ ($F = 5.32, p = .02$) ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งจากความแตกต่างกันของคะแนนการแสวงหาความรู้ในระยะก่อนการทดลองที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงนำมาใช้เป็นตัวแปรร่วม (covariate) ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบ MANCOVA

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุแบบทางเดียว (MANCOVA) โดยการทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ค่าสถิติทดสอบ Box's $M = 52.42$ และค่าสถิติทดสอบ $F_{Box's M} = 4.85$ โดยมีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ $p = .00$ แสดงให้เห็นว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยมีความเท่าเทียมกันตามเกณฑ์การคัดกรองที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ทำให้สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุแบบทางเดียวได้ (Hair et al., 2010)

ผลการทดสอบความแปรปรวนของทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกรายด้านด้วยสถิติ Levene's Test ปรากฏว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ($F_{Levene's test} = .93, p = .33$) คะแนนการแสวงหาความรู้ ($F_{Levene's test} = 2.13, p = .15$) คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ ($F_{Levene's test} = 1.18, p = .28$) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ($F_{Levene's test} = 3.11, p = .08$) มีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ($F_{Wilk's Lambda} = 6.26, p = .00$) ปรากฏว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ($F = 8.12, p = .00$) คะแนนการแสวงหาความรู้ ($F = 32.6, p = .00$) คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ ($F = 8.03, p = .00$) ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ($F = 2.64, p = .11$) ไม่แตกต่างกัน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน หลังการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบ	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
คะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน									
กลุ่มทดลอง	30	78.12	13.62	861.89	1	861.89	8.12**	.00	.12
กลุ่มควบคุม	30	70.20	12.76						
คะแนนการแสวงหาความรู้									
กลุ่มทดลอง	30	82.43	11.57	5602.42	1	5602.42	32.6**	.00	.27
กลุ่มควบคุม	30	62.23	16.09						
คะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้									
กลุ่มทดลอง	30	69.42	21.99	3510.09	1	3510.09	8.03**	.00	.12
กลุ่มควบคุม	30	53.44	21.50						
ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ									
กลุ่มทดลอง	30	21.23	4.05	31.93	1	31.93	2.64	.11	.04
กลุ่มควบคุม	30	22.76	2.93						

^a $F_{Wilk'Lambda}=6.26, p<.01$, ^bCovariate คือ คะแนนการแสวงหาความรู้ก่อนการทดลอง, ** $p<.01$

อภิปรายผล

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้สำหรับเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นได้ เนื่องจากโปรแกรมถูกออกแบบตามแนวคิดของ Frensch & Funke (1995) โดยการให้สถานการณ์ (situation) และต้องเผชิญกับอุปสรรค (barriers) ที่มีอยู่ระหว่างการแก้ปัญหาที่กำหนด เพื่อไปถึงเป้าหมาย (goals) โดยอุปสรรคจะมีความซับซ้อนเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยต้องอยู่ในสภาพแวดล้อม (environment) ที่มีการรบกวนอื่นๆ ผู้แก้ปัญหามustใช้เครื่องมือ (tools) เพื่อทำให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด และโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้การประยุกต์แนวคิดทฤษฎีประมวลสารสนเทศของ Klausmeier (1985) ร่วมกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของ Zimmerman (2002) โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวางแผนกำหนดเป้าหมายและการวางกลยุทธ์ ระยะที่ 2 การตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินกลยุทธ์ การปรับปรุงกลยุทธ์ และระยะที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา โดยระยะที่ 1 การวางแผนกำหนดเป้าหมายและการวางกลยุทธ์ มีความสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีประมวลสารสนเทศของ Klausmeier (1985) ที่เกี่ยวกับการรับข้อมูล การเข้ารหัสความจำจากการสัมผัส (sensory memory) ทำให้เกิดการเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้น และสอดคล้องกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ที่ Zimmerman (2002) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาได้ดีต้องเริ่มจากการวางแผนกำหนดเป้าหมายและวางกลยุทธ์ การทำแผนก่อนเริ่ม

ทำงานจะช่วยให้วางแผนได้ตั้งแต่เริ่มต้น กระตุ้นให้เกิดความพยายามและแรงจูงใจในตนเอง (self-motivation) ในระยะที่ 2 การตรวจสอบประสิทธิภาพ การประเมินกลยุทธ์ การปรับปรุงกลยุทธ์ สอดคล้องกับทฤษฎีประมวลสารสนเทศของ Klausmeier (1985) ที่เกี่ยวข้องกับความจำระยะสั้น (short-term memory) และความจำขณะทำงาน (working memory) โดยใช้ความจำที่ถูกเข้ารหัสไว้ในระยะแรก และเรียกคืนมาใช้ในการทบทวนปัญหา เพื่อประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของ Zimmerman (2002) ที่เกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์และตรวจสอบประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้การทำตามแผนที่ระบุไว้ในขั้นตอนการวางแผน ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการควบคุมตนเอง (self-control) ให้เป็นไปตามแผนกลยุทธ์ที่กำหนด ในระยะที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับทฤษฎีประมวลสารสนเทศของ Klausmeier (1985) ที่เกี่ยวข้องกับการดึงข้อมูล ความจำระยะสั้น (short-term Memory) ความจำขณะทำงาน (working memory) ความจำระยะยาว (long-term Memory) ที่ถูกบันทึกไว้ในกิจกรรมระยะที่ 1 และ 2 มาใช้ในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของ Zimmerman (2002) ที่เกี่ยวข้องกับการสะท้อนประสิทธิภาพ ประเมินประสิทธิภาพของตนเองและผลลัพธ์ที่ได้ สะท้อนประสิทธิผลของกลยุทธ์ที่ใช้ เช่น เลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมหรือไม่ ปฏิบัติตามด้วยกลยุทธ์ที่เลือกไว้หรือไม่ ช่วยให้เกิดการปรับปรุงกลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาในครั้งต่อไปได้

นอกจากนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ถูกพัฒนาให้มีลักษณะให้เป็นสถานการณ์การแก้ปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาหรือเรียกได้ว่าเป็นสถานการณ์การแก้ปัญหาแบบพลวัตและมีแนวทางการพัฒนาจากโปรแกรม MicroDYN สอดคล้องกับของวิจัยของ Schoppek & Fischer (2017) ที่พบว่า การกำหนดสถานการณ์การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนแบบพลวัตและมีตัวแปรที่หลากหลายและประยุกต์ใช้โปรแกรม MicroDYN เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับงานของ Kretzschmar & Süß (2015) พบว่าการสร้างสถานการณ์จำลองการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีผลต่อกระบวนการของการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยเฉพาะการแสวงหาความรู้ (knowledge acquisition) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (knowledge application)

ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ปรากฏว่าการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้สัปดาห์ละครั้ง 2 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที เป็นจำนวน 10 ครั้ง ส่งผลให้กลุ่มที่ได้รับการฝึกมีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ค่าเฉลี่ยคะแนนการแสวงหาความรู้ ค่าเฉลี่ยคะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ หลังการฝึกสูงกว่าก่อนได้รับการฝึก และมีระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบหลังการฝึกน้อยกว่าก่อนการฝึก เมื่อพิจารณาระยะหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ และกลุ่มที่เล่นเกมคอมพิวเตอร์ชุดๆ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ค่าเฉลี่ยคะแนนการแสวงหาความรู้ และค่าเฉลี่ยคะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้ สูงกว่า

กลุ่มที่เล่นเกมซูโดกุ จากผลเชิงพหุติกรรมดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ผู้ที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนั้นได้รับการฝึกด้วยกระบวนการที่มีความซับซ้อนในสถานการณ์การแก้ปัญหาที่ไม่ตายตัวหรือมีการเปลี่ยนแปลงพลวัตสอดคล้องกับการศึกษาของ Schoppek & Fischer (2017) ที่กล่าวว่ากำหนัดสถานการณ์การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนแบบพลวัตและมีตัวแปรที่หลากหลายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้มีประสิทธิภาพ และการฝึกด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้ทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (Klausmeier, 1985) ซึ่งอธิบายกระบวนการทางปัญญาขั้นสูงและทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Zimmerman, 2002) ที่ใช้กระบวนการทางจิตวิทยาในการกำกับตนเองมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน สอดคล้องกับ Dörner & Funke (2017) ได้กล่าวว่า การแก้ไขปัญหที่ซับซ้อนเน้นถึงการให้สถานการณ์ความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนสูงนอกจากต้องใช้ความสามารถทางปัญญาแล้ว จำเป็นต้องมีการรวบรวมกระบวนการทางจิตวิทยาที่ใช้ในการกำกับตนเอง (self-regulated) สอดคล้องกับศึกษาวิจัยของ ElAdl & Polpol (2020) ที่ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์การกำกับตนเองในการเรียนรู้ต่อทักษะการแก้ปัญหา พบว่าเด็กนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้กลยุทธ์การกำกับตนเองในการเรียนรู้เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีทักษะการแก้ปัญหา มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Süß & Kretzschmar (2018) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของกลุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมีนักเรียน 137 คน ได้ใช้การฝึกด้วยโปรแกรม Tailorshop ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยการให้เหตุผลเชิงตัวเลข (numerical reasoning) และกลุ่มที่สองจำนวน 152 คน ฝึกด้วยโปรแกรมที่เน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นการจำลองสถานการณ์การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนแบบพลวัต ใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive processes) ร่วมกับกระบวนการทางจิตวิทยา ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนในกลุ่มที่สองมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนดีกว่ากลุ่มแรก เนื่องจากเนื่องการฝึกโดยใช้ความสามารถทางปัญญาและกระบวนการทางจิตวิทยาที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมความเป็นจริงมีผลต่อประสิทธิภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าหลักการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่น โดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ สามารถนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นได้ โรงเรียน สถาบันการศึกษา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ในช่วงวัยรุ่น สามารถนำหลักการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้สำหรับสร้างกิจกรรมหรือโปรแกรมเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่น

1.2 นักวิจัยหรือผู้ที่สนใจสามารถนำหลักการหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ไปใช้สำหรับพัฒนาความสามารถทางปัญญาหรือความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่น การเรียน การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ซึ่งการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความสามารถทางปัญญาที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อีกหลากหลายทฤษฎี หรือเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้มากขึ้น เพื่อพัฒนาการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้นได้อีกในอนาคตตลอดจนพัฒนาให้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ในทุกช่วงวัย

2. การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นที่มีอายุอยู่ระหว่าง 13 – 17 ปี เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากหลักการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของวัยรุ่นโดยประยุกต์ทฤษฎีประมวลสารสนเทศร่วมกับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ในประชากรกลุ่มอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบศักยภาพของโปรแกรม

References

- Dörner, D., & Funke, J. (2017). Complex problem solving: what it is and what it is not. *Frontiers in psychology*, 8, 1153.
- ElAdl, A. M., & Polpol, Y. S. (2020). The Effect of Self-Regulated Learning Strategies on Developing Creative Problem Solving and Academic Self-Efficacy among Intellectually Superior High School Students. *International Journal of Psycho-Educational Sciences*, 9(1), 97-106.
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The process of solving complex problems. *Journal of Problem Solving*, 4(1), 19 – 42.
- Frensch, P. A., & Funke, J. (Eds.). (1995). *Complex Problem Solving: The European Perspective*. Erlbaum.
- Griffin, P., & Care, E. (Eds.). (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. Springer.
- Greiff, S., & Wüstenberg, S. (2015). *Komplexer Problemlösetest COMPRO [Complex problem-solving test COMPRO]*. Schuhfried.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*. (7th Ed.). Pearson.
- Jana, S., Dey, A., Maji, A. K., & Pal, R. K. (2022). Solving Sudoku Using Neighbourhood-Based Mutation Approach of Genetic Algorithm. In *Advanced Computing and Systems for Security*. 13, 153-167.
- Klausmeier, H. J. (1985). *Educational psychology*. Harpercollins College Division.

- Kretzschmar, A., & Süß, H. M. (2015). A study on the training of complex problem solving competence. *Journal of Dynamic Decision Making*, 1, 4-4.
- Krieger, F., Stadler, M., Bühner, M., Fischer, F., & Greiff, S. (2021). Assessing complex problem-solving skills in under 20 minutes. *Psychological Test Adaptation and Development*. <http://dx.doi.org/10.1027/2698-1866/a000009>.
- Mainzer, K. (2009). Challenges of Complexity in the 21st Century. *Advanced Science Letters*, 1(1), 145-150.
- Pelánek, R. (2011). *Human problem solving: Sudoku case study*. Technical Report FIMURS-2011-01, Masaryk University Brno.
- Raven, J. (2008). The Raven progressive matrices tests: their theoretical basis and measurement model. *Uses and abuses of Intelligence. Studies advancing Spearman and Raven's quest for non-arbitrary metrics*, 17-68.
- Schoppek, W., & Fischer, A. (2017). Common process demands of two complex dynamic control tasks: transfer is mediated by comprehensive strategies. *Frontiers in psychology*, 8, 2145.
- Süß, H. M., & Kretzschmar, A. (2018). Impact of cognitive abilities and prior knowledge on complex problem solving performance—empirical results and a plea for ecologically valid microworlds. *Frontiers in psychology*, 9, 626.
- World Economic Forum. (2016). *Global Risks 2016: Insight Report* (11th Ed.). World Economic Forum.
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*. World Economic Forum.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.