

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ
GPAS 5 steps ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONNECTION AND
INNOVATIVE THINKING SKILLS OF MATTHAYOMSUKSA 6
STUDENTS BY USING GPAS 5 STEPS LEARNING PROCESS
THROUGH PROFESSIONAL LEARNING COMMUNITY

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล / Mathasit Tanyarattanasrisukul¹

มนต์เมืองใต้ รอดอยู่ / Monmuangtai Rodyoo¹

ศศิธร ศรีพรหม / Sasithorn Sriprom²

กนิษฐา เชาววัฒนกุล / Kanitha Chaowatthanakun³

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps และ 2) ศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps โดยดำเนินการผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม, กระบวนการ GPAS 5 steps, ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

¹ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

² ศึกษาพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครปฐม

³ อาจารย์ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ABSTRACT

The purposes of this classroom action research were to 1) compare the mathematical connection skills before and after learning management by GPAS 5 steps, and 2) study the innovative thinking skills between learning management by GPAS 5 steps. This research was conducted through the professional learning community. The research sample was 34 Matthayomsuksa 6 students in the first semester of the academic year 2022 of Rachineeburana School, Nakhon Pathom province by cluster random sampling. The research tools were a lesson plan, mathematical connection skills test, and innovative thinking skill test. Data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, and dependent sample t-test. The result of this research found that 1) mathematical connection skills after learning management by GPAS 5 steps were higher than that of before at .05 statistical significance, and 2) the innovative thinking skills between learning management by GPAS 5 steps were at a very good level.

Keyword: mathematical connection skills, innovative thinking skills, GPAS 5 steps learning processes, professional learning community (PLC).

บทนำ

การเรียนการสอนทุกระดับในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่ปัจจุบันผู้คนสามารถปฏิสัมพันธ์เชิงสังคมกับคนทั่วโลกได้อย่างรวดเร็ว การศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยอุดมคติแล้วเป็นการศึกษาที่มีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นนวัตกรรมสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ ในทางปฏิบัติ การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่มีประโยชน์ ซึ่งเกิดจากการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และคุณสมบัติในการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (เรชา อรัญวงศ์, 2564: 38) หรือที่เรียกว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน (productive learning) ตามแนวคิดการศึกษาเชิงผลิตภาพ (productive education) ภายใต้กิจกรรม วิธีการ และกระบวนการที่หลากหลาย สนุกสนาน มีชีวิตชีวา ไม่น่าเบื่อ นักเรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้ฝึกทักษะการคิดระดับสูง เช่น ทักษะการรวบรวมข้อมูล ทักษะการจำแนก ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสังเคราะห์ และทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้ ครูมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวก และเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งผลลัพธ์ที่นักเรียนได้รับ คือ ทักษะการเรียนรู้ (learning skills) สามารถสรุปความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และทักษะการดำรงชีวิต (life skills) สามารถนำความรู้ระดับหลักการ (principle) ไปสร้างและพัฒนานวัตกรรมเพื่อนาคตได้อย่างเป็นรูปธรรม (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2564: 14) ซึ่งเมื่อพิจารณาจะเห็นว่าจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรมจะประสบผลสำเร็จได้นั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ นักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ทั้งในสาขาวิชาและข้ามสาขาวิชา และเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ (mathematics) ซึ่งเนื้อหาส่วนมากมีความเป็นนามธรรมสูง การจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องเน้นไปที่ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ จึงจะเสริมสร้างสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนวัตกรรมที่สามารถสร้างนวัตกรรมได้ในที่สุด

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connection skills) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้แนวคิดที่ซับซ้อนในสถานการณ์ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 84; เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล, 2563: 3) จำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง (นุชนารถ ทองกระจ่าง, 2557: 10; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 85; เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล, 2563: 3; National Council of Teachers of Mathematics: NCTM, 2000: 354) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จึงเป็นทักษะและกระบวนการที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝนทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้น เพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น รวมทั้งเล็งเห็นการบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เพื่อการนำไปใช้แก้ปัญหา ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 84) ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ให้เห็นว่าการเชื่อมโยงต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (NCTM, 2000: 15) เพื่อให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ การที่นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะช่วยส่งเสริมคุณสมบัติความเป็นนวัตกรรมในด้านทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมบนฐานความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์หรือการใช้วิชาคณิตศาสตร์เป็นแกนอีกด้วย

ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (innovative thinking skills) หมายถึง ความสามารถในการคิดให้เกิดการต่อยอดพัฒนาสิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ หรือแนวทางใหม่ที่ดีกว่าเดิมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาความเจริญแก่สังคมผ่านการต่อยอด จากจินตนาการและการสร้างสรรค์ (ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์, 2562: 34; วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล, 2562: 1; ภาวินี จิตต์โสภา, 2564: 7; Dunlop, 2020: online) ประกอบด้วยความสามารถจำนวน 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท (interpret) นักเรียนสามารถศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา สาเหตุของปัญหา หรือความต้องการในการพัฒนานวัตกรรมจากบริบทหรือสถานที่ที่จะนำนวัตกรรมไปใช้ 2) ความสามารถในการสร้างแนวคิด (generate) นักเรียนสามารถคิดหาและออกแบบวิธีการหรือนวัตกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการสร้างนวัตกรรมตามที่ได้กำหนด โดยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 3) ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น (collaborate) นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่นเพื่อสร้างหรือประดิษฐ์นวัตกรรมให้สำเร็จตามวิธีการหรือนวัตกรรมที่ได้ออกแบบไว้ 4) ความสามารถในการสะท้อน (reflect) นักเรียนสามารถสังเคราะห์ผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่นแล้วนำมาปรับปรุงพัฒนานวัตกรรมของตนเองให้ดีขึ้นหรือมีคุณภาพยิ่งขึ้น 5) ความสามารถในการนำเสนอ (represent) นักเรียนสามารถคิดวิธีการและนำเสนอนวัตกรรมผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม และ 6) ความสามารถ

ในการประเมิน (evaluate) นักเรียนสามารถศึกษาผลสำเร็จของนวัตกรรมหลังจากนำเสนอและตัดสินความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรม (Australian National Training Authority, 2002: 8-20)

จากการที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้รายวิชา ค33101 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ เรื่อง สถิติและข้อมูล พบว่าส่วนมากนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาสถิติโดยการท่องจำทั้งความหมาย ประโยชน์ และกระบวนการทางสถิติ ประเภทของข้อมูล และการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อทำการวัดประเมินผลในด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยลักษณะคำถามที่ให้นักเรียนระบุและยกตัวอย่างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำการระบุและยกตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้ได้ จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบด้าน ทำให้ทราบว่าปัญหานี้มีสาเหตุสำคัญมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้เรื่องสถิติและข้อมูลไปใช้ทั้งระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน อันเนื่องมาจากการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เหมาะสมไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในที่สุด จากการสังเคราะห์งานเขียนทางวิชาการเกี่ยวกับแนวทาง รูปแบบ วิธีการ และเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่าควรมีลักษณะเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่มีสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ และปัญหาในสถานการณ์จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 146-147; นุชนารถ ทองกระจ่าง, 2557: 9; ภาณิชา ศรีรัตน์, 2562: 157; ชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2563: 54; นนธ์ชัย ขุนวิเศษ, 2564: 12-14) และแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ดีและมีขั้นตอนที่เสริมสร้างทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ที่มีรากฐานมาจากกระบวนการคิดขั้นสูง GPAS ตามแนวคิดโครงสร้าง 3 ชั้นแห่งปัญญา (three story intellect) ที่ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูล (gathering) การจัดการกระทำข้อมูล (processing) และการประยุกต์ใช้ข้อมูลความรู้ (applying) รวมทั้งแนวคิดการพัฒนาคนให้สามารถกำกับตนเอง (self-regulating) ซึ่งช่วยในการพัฒนาตนเองให้มีความสามารถสูงขึ้น และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ (learning person) มาพัฒนาและลำดับเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ 5 ขั้นตอนที่ต้องเนื่องสัมพันธ์กันและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน ได้แก่ ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (gathering) ขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (processing) ขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (applying and constructing the knowledge) ขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (applying the communication skills) และขั้นควบคุมตนเอง (self-regulating) (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2564: 17-22) การนำกระบวนการ GPAS 5 steps มาเป็นแกนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ จึงเป็นกระบวนการหลักที่จะช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ในระดับสูง เกิดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทักษะการคิด การแก้ปัญหา การสื่อสาร การใช้ทักษะชีวิต และการทำงานเป็นทีม ตรงตามเป้าหมายของหลักสูตรและแนวทางพัฒนาสมรรถนะบุคคลในศตวรรษที่ 21 ตอบสนองความต้องการการพัฒนาประเทศไปสู่ยุคประเทศไทย 4.0 (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2564: 21) ในปัจจุบันพบว่าได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps แล้วประสบผลสำเร็จอย่างยิ่ง อาทิ

งานวิจัยของวาวรินทร์ พงษ์พัฒน์ (2561: 1) พรพรรณ ศรีหาวงศ์ (2562: 87) และวิสูตร โพธิ์เงิน, และคณะ (2564: 22) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นอกจากกระบวนการ GPAS 5 steps จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการและความสามารถในการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งเสริมความเป็นนวัตกรรม และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม สามารถดำเนินการพัฒนาได้ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (professional learning community) หรือ PLC ซึ่งเป็นแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันของผู้ร่วมวิชาชีพที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดและความรู้ เพื่อการเรียนรู้ต่อยอดองค์ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งจะถูกนำมาจัดการความรู้อย่างเป็นระบบผ่านการอภิปรายสะท้อนคิดตามหลักวิชาการ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ได้ตามมา คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหา เทคนิค วิธีการจัดการเรียนรู้และกระบวนการวัดและประเมินผล รวมทั้งมีแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เมธาสิทธิ์ ธัญรัตน์ศรีสกุล, 2560: 214) ทั้งนี้ เป้าหมายหลักสำคัญของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ คือ การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ รวมทั้งสมรรถนะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ เมื่อทำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps โดยอาศัยการออกแบบกิจกรรมแต่ละขั้นตอนผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps นอกจากจะเป็นการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม และบ่มเพาะความเป็นนวัตกรรมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps
2. เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps

สมมติฐาน

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยขอให้ความหมายของคำศัพท์ที่ใช้เฉพาะงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. กระบวนการ GPAS 5 steps หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีรากฐานจากกระบวนการคิดขั้นสูง GPAS ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2564: 22) ที่ต่อเนื่อง

สัมพันธ์กันและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนภายใต้การบูรณาการระหว่างสาระการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ และข้อมูล และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ได้แก่

1.1 ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering: G) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของการใช้สถิติและข้อมูล พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ ปัญหาที่พบในชีวิตจริงให้เข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา ประเมินความคุ้มค่าของการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา ปัญหา นั้น และเลือกแนวทางการแก้ปัญหาด้วยนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา

1.2 ขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing: P) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน จัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบผ่านการจำแนก จัดกลุ่ม จัดลำดับ การเปรียบเทียบ และการเชื่อมโยงสัมพันธ์ แนวคิดในสาระการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล และนำแนวคิดที่ได้ไปเชื่อมโยงกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เพื่อการออกแบบ สร้างทางเลือก ตัดสินใจ และวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

1.3 ขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (Applying and constructing the knowledge: A1) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนนำความรู้จากการเรียนเรื่อง สถิติและข้อมูล ไปใช้ในการสร้างนวัตกรรม ผ่านกระบวนการกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบคุณสมบัติที่ดีของนวัตกรรม ได้แก่ ความใหม่ (new) ลักษณะ (thing) และคุณค่า (value) และทำการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

1.4 ขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (Applying the communication skills: A2) เป็นขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดหาวิธีการนำเสนอร่องรอยการคิด ร่องรอยการทำงาน การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ จนเกิดผลงานที่มีคุณภาพหรือมีคุณค่ามากกว่าเดิม และนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์

1.5 ขั้นควบคุมตนเอง (Self-regulating: S) เป็นขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ที่ให้นักเรียนทำการประเมิน เองระบบเพื่อให้เห็นจุดอ่อนจุดแข็งของกระบวนการทำงาน ที่งานและตนเอง และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยใช้ฐานคิดจากข้อเสนอแนะที่ได้จากการนำเสนอผลงานนวัตกรรม

2. ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง การรวมกลุ่มของบุคลากรทางวิชาชีพครู ได้แก่ ครูผู้สอน จำนวน 1 คน เพื่อนครู จำนวน 2 คน ครูพี่เลี้ยง จำนวน 1 คน ผู้บริหาร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 คน เพื่อร่วมดำเนินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ สะท้อนคิดแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ และการสังเกตชั้นเรียน และการสะท้อนคิดหลังการจัดการเรียนรู้ตามวงจร PAOR (Kemmis & McTaggart, 1998: 128) จำนวน 5 วงรอบ ตามกระบวนการ GPAS 5 steps ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan: P) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยทำการออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลที่สะท้อนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิด เชิงนวัตกรรมและนำมาอภิปรายสะท้อนคิดร่วมกับเพื่อนครูและสมาชิกในกิจกรรม PLC เพื่อเติมเต็ม (fullfill) แผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ สอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้

ขั้นตอนที่ 2 ลงมือปฏิบัติ (Act: A) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการอภิปรายสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC และปรับแก้ให้มีความสมบูรณ์แล้ว ไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนโดยมีเพื่อนครู (buddy teacher) ในกิจกรรม

PLC จำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอนเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมตามที่วางแผนไว้ร่วมกันหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe: O) ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทั้งตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้น จากการตรวจ ใบงานซึ่งให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหลังจากการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผล (Reflection: R) นำผลการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมพร้อมทั้งผลการประเมินตนเองในการจัดการเรียนรู้ เข้าอภิปรายสะท้อนคิดร่วมกับเพื่อนครูและสมาชิกในกิจกรรม PLC เพื่อค้นหาจุดเด่น ข้อจำกัด สิ่งที่ได้ดี และสิ่งที่ต้องปรับปรุงเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้วงต่อไป

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คະแนนความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและข้อมูล มาสัมพันธ์เชื่อมโยงและระบุความเกี่ยวข้องกันด้วยเหตุและผล จำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และ 3) ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง วัดได้จากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม หมายถึง คະแนนความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติของนักเรียน ให้เกิดการต่อยอด พัฒนา หรือสร้างสิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ หรือแนวทางใหม่ที่ดีกว่าเดิมเพื่อแก้ปัญหาที่พบเจอ ในชีวิตจริง จำแนกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท 2) ความสามารถในการสร้างแนวคิด 3) ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น 4) ความสามารถในการสะท้อน 5) ความสามารถในการนำเสนอ และ 6) ความสามารถในการประเมิน วัดได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย รูปแบบการวิจัย เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวน 535 คนที่กำลัง ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวน 34 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2562: 159)

2. ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 2) ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) แบบกลุ่มตัวอย่างเดียววัดผลก่อนและหลัง (one-group pretest-posttest design) (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2556: 120-122) มีลักษณะการทดลองดังนี้

O1	X	O2
----	---	----

- เมื่อ O1 แทน การทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนจัดการเรียนรู้
- X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ซึ่งออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกับการประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้
- O2 แทน การทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สารการเรขาคณิต เรื่อง สถิติและข้อมูล ประกอบด้วย ความหมายของสถิติ ประโยชน์ของวิชาสถิติ กระบวนการทางสถิติ ประเภทของข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล และค่าเฉลี่ยเลขคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. ระยะเวลา

ทำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps จำนวน 8 คาบ คาบละ 50 นาที ในช่วงเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2565 รวมระยะเวลา 3 เดือน

6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 แผน มีลักษณะเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย (unit plan) เรื่อง สถิติและข้อมูล ใช้สำหรับจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ระยะเวลาจัดการเรียนรู้ 8 คาบ คาบละ 50 นาที ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จากกระบวนการ PLC ด้วยการประเมิน วิพากษ์ และสะท้อนคิดจากเพื่อนครู (buddy teacher) จำนวน 2 คน ครูพี่เลี้ยง (mentor) จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญ (expert) จำนวน 2 คน ซึ่งได้ผลการตรวจสอบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในระดับมากที่สุดทุกด้านการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จะดำเนินการวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทีละคาบ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และเข้าสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยเพื่อนครู ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และนำผลการประเมินการจัดการเรียนรู้ รวมถึงผลการสังเกตจากเพื่อนครูและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาเป็นข้อมูลสำหรับ

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป รวมทั้งสิ้น 5 วงรอบ ตามขั้นตอนของกระบวนการ GPAS 5 steps ประกอบด้วยขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล จำนวน 1 คาบ ขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ จำนวน 1 คาบ ขั้นปฏิบัติ และสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ จำนวน 2 คาบ ขั้นสื่อสารและนำเสนอ จำนวน 2 คาบ และขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ จำนวน 2 คาบ

6.2 แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนแบบ เกณฑ์ย่อย (analytic rubric) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยเขียนตอบ ใช้สำหรับวัดและประเมินทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและข้อมูล มีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1 วัดด้านการเชื่อมโยง ระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ ข้อที่ 2 วัดด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และข้อที่ 3 วัดด้าน การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง สร้างขึ้นโดยอิงฐานคิดของนุชนารถ ทองกระจ่าง (2557: 10) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 85) และเมธาสิทธิ์ ธีรรัตน์ศรีสกุล (2563: 3) ตามลำดับ คะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน กำหนดน้ำหนักความสำคัญแต่ละด้านเป็น 1, 1 และ 2 ตามลำดับ ทำให้มีคะแนนเต็มแต่ละข้อหลังจากคูณด้วยน้ำหนักแล้วเป็น 5 คะแนน, 5 คะแนน และ 10 คะแนน ตามลำดับ รวมคะแนนเต็มทั้งฉบับ 20 คะแนน โดยตัดสินระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากคะแนนรวมด้วย เกณฑ์ต่อไปนี้

16-20 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

12-15 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

8-11 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

4-7 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหาพบว่า มีค่าความตรงตามเนื้อหา (content validity) จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of congruence: IOC) (รัตนะ บัวสนธ์, 2562: 62) ตามวิธีการของ Rovinelli & Hambleton (1977: 53) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เท่ากับ 1.00 จากนั้น นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ของปีการศึกษา 2564 และเรียน เรื่อง สถิติและข้อมูล มาแล้ว เพื่อทำการหาคุณภาพรายข้อด้านความยากง่าย (difficulty) และ อำนาจจำแนก (discriminant) ตามสูตรของ Whitney & Sable (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-201) ผลจากการหาคุณภาพพบว่า แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีค่าความยากง่ายข้อที่ 1, ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 เท่ากับ 0.35, 0.80 และ 0.59 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดี, ดี และดีมาก ตามลำดับ และมี ค่าอำนาจจำแนกข้อที่ 1, ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 เท่ากับ 0.34, 0.32 และ 0.78 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้, พอใช้ และดีมาก ตามลำดับ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552: 141-142) และทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (reliability) แบบสอดคล้องภายใน (measure of internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method) (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2562: 204-205) ซึ่งพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.95

6.3 แบบวัดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม จำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบให้คะแนนแบบเกณฑ์ย่อย (analytic rubric) ใช้สำหรับให้คะแนนและตัดสินระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจากการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่มตามสภาพจริง โดยครูผู้สอนหรือผู้วิจัย สร้างขึ้นโดยอิงฐานคิดของ Australian National Training Authority (2002: 8-20) จำแนกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท 2) ความสามารถในการสร้างแนวคิด 3) ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น 4) ความสามารถในการสะท้อน 5) ความสามารถในการนำเสนอ และ 6) ความสามารถในการประเมิน แต่ละด้านให้คะแนนเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 4, ระดับ 3, ระดับ 2 และระดับ 1 หมายถึง ดีมาก, ดี, พอใช้ และปรับปรุง ตามลำดับ กำหนดน้ำหนักความสำคัญแต่ละด้านเป็นสัดส่วน 2: 2: 1: 2: 1: 2 ตามลำดับ ทำให้มีคะแนนเต็มแต่ละข้อหลังจากคูณด้วยน้ำหนักแล้วเป็น 8 คะแนน, 8 คะแนน, 4 คะแนน, 8 คะแนน, 4 คะแนน และ 8 คะแนน ตามลำดับ รวมคะแนนเต็มทั้งฉบับ 40 คะแนน และตัดสินระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม จากคะแนนรวมด้วยเกณฑ์ต่อไปนี้

- 31-40 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก
- 21-30 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
- 11-20 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
- 0-10 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหาพบว่า มีค่า IOC จากการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เท่ากับ 1.00 จากนั้น นำไปทดลองใช้วัดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจากการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ของปีการศึกษา 2564 เพื่อทำการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่น ทั้งนี้ ใช้การหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยผู้วิจัยและเพื่อนครูใน PLC จำนวน 1 คน รวม 2 คน ทำการประเมินและให้คะแนนตามเกณฑ์ข้างต้น จากนั้นนำคะแนนมาคำนวณค่าสถิติแคปปา (κ) (ประสพชัย พสุนนท์, 2558: 2-9) ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.95 แสดงว่าอยู่ในระดับความสอดคล้องมากที่สุด (almost perfect) (McHugh, 2012: 279)

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างได้ทราบ และสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งนักเรียนให้การตอบรับยินยอมและสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

7.1 เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็นเวลา 30 นาที ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการบริหารจัดการสอบด้วยตนเอง

7.2 ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) พร้อมทั้งสร้างใบกิจกรรม และใบงานที่ใช้วัดและประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

ด้านความสามารถในการวิเคราะห์บริบทและความสามารถในการสร้างแนวคิด จากนั้น นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแนวทางการวัดประเมินผลที่สร้างขึ้นไปอภิปรายสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC กับสมาชิกจำนวน 5 คน ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อปรับปรุง พัฒนา และเติมเต็มส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.3 นำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) ไปทำการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 1 คาบ ใช้เวลา 50 นาที โดยมีเพื่อนครูจำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอน จากนั้น นำประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและการสังเกตการสอนไปอภิปราย วิจารณ์ และสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ สำหรับการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบถัดไป

7.4 ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) พร้อมทั้งสร้างใบกิจกรรม และใบงานที่ใช้วัดและประเมินทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น จากนั้น นำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการวัดประเมินผลที่สร้างขึ้นไปอภิปรายสะท้อนคิด ในกิจกรรม PLC กับสมาชิกจำนวน 5 คน ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อปรับปรุง พัฒนา และเติมเต็ม ส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นวิเคราะห์ และสรุปความรู้ (P) ไปทำการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 1 คาบ ใช้เวลา 50 นาที โดยมีเพื่อนครูจำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอน จากนั้น นำประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและการสังเกตการสอนไปอภิปราย วิจารณ์ และสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ สำหรับการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบถัดไป

7.6 ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (A1) พร้อมทั้งสร้างใบกิจกรรม และใบงานที่ใช้วัดและประเมินทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ด้านความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่นและความสามารถในการสะท้อน จากนั้น นำกิจกรรมการเรียนรู้และ แนวทางการวัดประเมินผลที่สร้างขึ้นไปอภิปรายสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC กับสมาชิกจำนวน 5 คน ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อปรับปรุง พัฒนา และเติมเต็มส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นประยุกต์ และสร้างองค์ความรู้ (A1) ไปทำการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเพื่อนครูจำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอน จากนั้น นำประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและการสังเกตการสอนไปอภิปราย วิจารณ์ และสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ สำหรับการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบถัดไป

7.8 ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) พร้อมทั้งสร้างใบกิจกรรม และใบงานที่ใช้วัดและประเมินทักษะ

การคิดเชิงนวัตกรรมด้านความสามารถในการนำเสนอ จากนั้น นำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการวัดประเมินผล ที่สร้างขึ้นไปอภิปรายสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC กับสมาชิกจำนวน 5 คน ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อปรับปรุง พัฒนา และเติมเต็มส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.9 นำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) ไปทำการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเพื่อนครูจำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอน จากนั้น นำประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและการสังเกตการสอนไปอภิปราย วิพากษ์ และสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบถัดไป

7.10 ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นควบคุมตนเอง (S) พร้อมทั้งสร้างใบกิจกรรม และใบงานที่ใช้วัดและประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมด้านความสามารถในการประเมิน จากนั้น นำกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการวัดประเมินผล ที่สร้างขึ้นไปอภิปรายสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC กับสมาชิกจำนวน 5 คน ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อปรับปรุง พัฒนา และเติมเต็มส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.11 นำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ในขั้นควบคุมตนเอง (S) ไปทำการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเพื่อนครูจำนวน 2 คน เข้าร่วมสังเกตการสอน จากนั้น นำประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัย และการสังเกตการสอนไปอภิปราย วิพากษ์ และสะท้อนคิดในกิจกรรม PLC รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

7.12 เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็นเวลา 30 นาที ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการบริหารจัดการสอบด้วยตนเอง

8. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

8.1 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: S.D.) (Ferguson & Takane, 1989: 53-70) แผลผลระดับคุณภาพเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระต่อกัน (dependent sample t-test) (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2556: 230)

8.2 การศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) (Ferguson & Takane, 1989: 53-70) จากคะแนนที่ได้จากการประเมินตามสภาพจริง และนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย

แสดงผลการวิจัยลำดับตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ด้วยการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระต่อกัน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ	t-test	df	p-value
ก่อนจัดการเรียนรู้	34	11.88	5.00	ปานกลาง	6.08*	33	.00
หลังจัดการเรียนรู้		17.53	3.32	ดีมาก			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.88 คะแนน อยู่ในระดับปานกลาง และหลังจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.53 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาค่าสถิติทีแบบไม่อิสระต่อกัน พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน แสดงผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ด้วยการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระต่อกันเป็นรายด้าน

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	before (n=34)		after (n=34)		t-test	df	p-value
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
ระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์	2.03	1.78	4.62	1.18	8.41*	33	.00
ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	3.62	1.60	4.97	0.17	4.89*		.00
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง	6.24	3.33	7.94	2.97	2.48*		.02

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนจัดการเรียนรู้

ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.03 คะแนน, 3.62 คะแนน และ 6.24 คะแนน ตามลำดับ และหลังจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 คะแนน, 4.97 และ 7.94 คะแนน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าสถิติทีแบบไม่อิสระต่อกัน พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ต่างสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps

ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.
ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท	8	7.35	0.95
ความสามารถในการสร้างแนวคิด	8	4.00	0.00
ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น	4	3.91	0.29
ความสามารถในการสะท้อน	8	5.53	0.86
ความสามารถในการนำเสนอ	4	3.74	0.45
ความสามารถในการประเมิน	8	7.65	0.77
คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งฉบับของนักเรียนแต่ละคน ($\bar{X} = 32.18$, S.D. = 1.66) มีคุณภาพในระดับดีมาก			

จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps เท่ากับ 32.18 คะแนน มีคุณภาพในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท การสร้างแนวคิด การร่วมมือกับผู้อื่น การสะท้อน การนำเสนอ และการประเมิน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.35 คะแนน, 4.00 คะแนน, 3.91 คะแนน, 5.53 คะแนน, 3.74 คะแนน และ 7.65 คะแนน ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยมีประเด็นสำคัญในการอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และมีการเปลี่ยนแปลงจากระดับปานกลาง เป็นระดับดีมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps มีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันและมีจุดเด่นอยู่ที่ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) ซึ่งเป็นการใช้คำถาม

กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของการใช้สถิติและข้อมูลในชีวิตจริง นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงให้เข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา ประเมินความคุ้มค่าของการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา นั้น ออกแบบและสร้างนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ชั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและข้อมูล ผ่านกิจกรรมการจัดกระทำข้อมูลด้วยการจำแนก จัดกลุ่มประเภทข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยข้อมูลดังกล่าว นอกจากมีข้อความที่สะท้อนถึงประเภทของข้อมูลและแหล่งข้อมูลแล้ว ยังแฝงการเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาในคณิตศาสตร์เนื้อหาในวิชาอื่น และสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น อัตราเงินเฟ้อ ความสูงเฉลี่ยของนักกีฬาโอลิมปิก อาชีพของผู้ปกครองนักเรียน ความสูงของเสาธงหน้าโรงเรียน จำนวนรถโดยสารประจำทางที่ผ่านหน้าองค์พระปฐมเจดีย์ เป็นต้น ทั้งยังเชื่อมโยงไปสู่กระบวนการพัฒนานวัตกรรมที่นักเรียนต้องการสร้างขึ้นจากขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล โดยนักเรียนต้องระบุว่าจะแต่ละขั้นตอนของการสร้างนวัตกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับข้อมูลประเภทใดบ้าง อย่างไร และนักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นได้ด้วยวิธีใด จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์ ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (A1) ที่ให้นักเรียนนำความรู้จากการเรียนเรื่อง สถิติและข้อมูล ไปใช้ในการสร้างนวัตกรรมผ่านกระบวนการกลุ่ม และเรียนรู้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นโดยการตั้งเกณฑ์การยอมรับนวัตกรรมจากค่าเฉลี่ยได้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงที่เด่นชัดยิ่งขึ้น เพื่อนำผลลัพธ์จากการเชื่อมโยงความรู้และการสร้างนวัตกรรมไปใช้ต่อในขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) ที่ให้นักเรียนคิดหาวิธีการนำเสนอตามความสนใจของกลุ่มตนเองและสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการสร้างนวัตกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ นักเรียนจึงเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เช่น วิชาคอมพิวเตอร์ผ่านการใช้โปรแกรมนำเสนอข้อมูล ได้แก่ PowerPoint และ Canva และขั้นควบคุมตนเอง (S) ซึ่งนักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันคิดหาวิธีการต่อยอดผลงานนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปสู่การใช้ประโยชน์ในวงกว้าง และหาช่องทางการสื่อสารและประชาสัมพันธ์ผลงานนวัตกรรมด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทำป้ายประชาสัมพันธ์ ทำคลิปวิดีโอและโพสต์ลงใน Facebook และ Instagram ของนักเรียน จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาและการสร้างนวัตกรรมเป็นประเด็นให้เกิดการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ GPAS 5 steps ได้มีการออกแบบให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ทำให้นักเรียนเห็นเป้าหมายและบทบาทในการเรียนรู้ที่ชัดเจน เกิดความรู้ความเข้าใจและเกิดการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ได้ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริงด้วยนวัตกรรมหลากหลายรูปแบบบนฐานคิดของการนำความรู้และความคิดรวบยอด เรื่อง สถิติและข้อมูล ไปใช้ในกระบวนการ พัฒนานวัตกรรม สอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 145-153) ที่อธิบายว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาที่มีสถานการณ์

ทั้งในคณิตศาสตร์และบริบทอื่น จะทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ และมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งปัญหาในสถานการณ์จริงจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทอื่นและในชีวิตจริงได้ด้วย และสอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง (2545: 101-102) ที่อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

2. ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps มีขั้นตอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม โดยในขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเข้ามาช่วยในการสืบค้น ร่วมกันออกแบบการพัฒนาวัตกรรมผ่านการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา และสร้างแนวทางการพัฒนานวัตกรรม และขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) นักเรียนได้ช่วยกันตรวจสอบและพัฒนาแนวคิดที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมจากความรู้ เรื่องสถิติและข้อมูล ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์บริบท (interpret) และความสามารถในการสร้างแนวคิด (generate) ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ดังผลการวิจัยข้อ 1 ขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (A1) นักเรียนได้ร่วมมือกันลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างและดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยอาศัยแนวคิดเรื่อง ค่าเฉลี่ยและประเภทของข้อมูล และปรับปรุงนวัตกรรมจนมีประสิทธิภาพตามที่กำหนด ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น (collaborate) และความสามารถในการสะท้อน (reflect) ตามลำดับ ขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) นักเรียนได้นำเสนอผลงานการสร้างนวัตกรรมด้วยรูปแบบต่าง ๆ ตามที่สนใจ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ นักเรียนเลือกวิธีการนำเสนอแบบบรรยายเป็นกลุ่ม ร่วมกับการใช้คลิปวิดีโอ เพื่อนำเสนอความเป็นมาในการสร้างนวัตกรรม แบบร่างนวัตกรรม ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริง ในรูปแบบของตารางแจกแจงความถี่ แผนภูมิแท่ง และค่าเฉลี่ยเลขคณิต และนำเสนอแนวทางการต่อยอดนวัตกรรม ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการนำเสนอ (represent) และขั้นควบคุมตนเอง (S) นักเรียนนำผลการประเมินจากครูหลังจากการนำเสนอไปใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการตัดสินใจคุณค่าและแนวทางการพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมเพื่อการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสังคม ช่วยส่งเสริมความสามารถในการประเมิน (evaluate) ดังตัวอย่างการพัฒนานวัตกรรมของนักเรียน เรื่อง ผักตบชวานิรภัย นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงแล้วพบว่านักเรียนในฐานะผู้ขายสินค้าออนไลน์ช่วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 วัสดุกันกระแทกในการขนส่งพัสดุไม่ดี ทำให้สินค้าที่ส่งให้ลูกค้ามีตำหนิ แตก หรือหัก ส่งผลให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มในการส่งสินค้าใหม่ให้กับลูกค้า นักเรียนจึงหาแนวทางที่จะสร้างนวัตกรรมวัสดุกันกระแทกจากผักตบชวา จากนั้น จึงลงมือสร้างผักตบชวานิรภัย และทำการทดสอบจนผักตบชวานิรภัยมีประสิทธิภาพโดยการนำไปใช้กันกระแทกในกล่องพัสดุที่บรรจุขวดแก้วและโยนกล่องพัสดุนั้น

เพื่อตรวจสอบความเสียหายของขวดแก้วและคำนวณปริมาณของผักตบชวาที่ใส่ลงไปในกลุ่มพืช รวบรวมทั้ง การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ลองใช้งานผักตบชวาที่ปรับปรุงแล้ว เมื่อปรับปรุงผักตบชวาที่ปรับปรุงแล้ว ที่กำหนดแล้ว จึงทำการออกแบบการนำเสนอข้อมูลในการสร้างและนวัตกรรมผักตบชวาที่ปรับปรุงแล้ว ในรูปแบบของคลิปวิดีโอที่สะท้อนถึงกระบวนการที่ใช้สร้างนวัตกรรม และนำเสนอต่อครูผู้สอน เพื่อนักเรียน ในห้องและในโรงเรียน ด้วยการบรรยายประกอบการใช้คลิปวิดีโอ รับฟังข้อเสนอแนะ และนำข้อเสนอแนะไป ออกแบบแนวทางการต่อยอดผักตบชวาให้มีความทันสมัย และเกิดประโยชน์มากขึ้น ทำให้เมื่อจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps แล้วนักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดขั้นสูงและเกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ซึ่งสะท้อนความเป็นนวัตกรรมไปโดยปริยาย ทั้งนี้ จากการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ ผลงานและสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาเชิงผลิตภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และ ประสาท เนิ่งเฉลิม (2561: 129) ที่อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ควรเป็น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ร่วมมือกันพัฒนานวัตกรรม ออกแบบการพัฒนานวัตกรรมเป็นลักษณะ โครงการ ให้นักเรียนได้เรียนรู้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมร่วมกัน นักเรียนควรได้ลงมือปฏิบัติจริง รวมทั้งจัดการกิจกรรม ให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีช่วยในการสืบค้นและพัฒนานวัตกรรม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบัน พัฒนาคุณภาพวิชาการ (2564: 26) ที่อธิบายว่า GPAS 5 steps เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ การคิดวิเคราะห์ การสร้างความรู้ และใช้ความรู้ผลิตผลงาน ทั้งการคิดในระดับการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดขั้นสูง ทำให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างสรรค์ผลงานชิ้นใหม่ ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแสดงออก การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ในการทำงาน และสามารถผลิตผลงานนวัตกรรมโดยใช้ความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิสูตร โพธิ์เงิน และคณะ (2564: 22) ที่พบว่าการใช้รูปแบบการยกระดับคุณภาพ การเรียนการสอนตามแนวคิด GPAS 5 steps ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงระดับดี มีความเป็น นวัตกรรมอยู่ในระดับดี และมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวิจัยครั้งนี้ได้นำกระบวนการ GPAS 5 steps มาใช้ในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ซึ่งมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 ด้าน ดังนั้น หากนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ควรคำนึงถึง ลักษณะการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของกระบวนการ GPAS 5 steps ซึ่งต้องสอดคล้อง สัมพันธ์กัน ทั้งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ทำได้โดยใช้ชิ้นสังเกต รวบรวม ข้อมูล (G) ในการส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ควบคู่กับการส่งเสริมความสามารถ ในการวิเคราะห์บริบท ชิ้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) ในการส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในคณิตศาสตร์

ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ควบคู่กับความสามารถในการสร้างแนวคิดขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (A1) ในการส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ควบคู่กับการส่งเสริมความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น และความสามารถในการสะท้อน ขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) ในการส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ควบคู่กับความสามารถในการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การจัดการเรียนรู้เกิดความคล่องตัวและลดกิจกรรมที่ซ้ำซ้อนกันหากออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ไปที่ละด้าน

2. การวิจัยครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมได้ในระดับดีมาก ซึ่งเกิดจากการที่กระบวนการ GPAS 5 steps มีขั้นตอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยตรง ทำให้เมื่อทำการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแล้ว นักเรียนจึงได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 ด้านไปตามลำดับ ดังนั้น หากนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ GPAS 5 steps ให้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและเรียงลำดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 ด้านอย่างต่อเนื่องกัน โดยเริ่มต้นการนำขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) มาใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์บริบท นำขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) มาใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างแนวคิด นำขั้นประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (A1) มาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น และความสามารถในการสะท้อน นำขั้นการใช้ทักษะการสื่อสาร (A2) มาส่งเสริมความสามารถในการนำเสนอ และนำขั้นควบคุมตนเอง (S) มาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการประเมิน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้พบว่าจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนได้ ซึ่งต้องอาศัยการออกแบบและจัดกิจกรรมที่มีความต่อเนื่องกัน ดังนั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติมากยิ่งขึ้น ครั้งต่อไปควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงนวัตกรรม ทั้งในสาระการเรียนรู้ เรื่อง สถิติและข้อมูล และในสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2. การวิจัยครั้งนี้ทำการวัดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมในระหว่างจัดการเรียนรู้ เนื่องจากผู้วิจัยพิจารณาแล้วพบว่าทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมแต่ละด้านจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม จึงได้ใช้การประเมินตามสภาพจริงเพื่อตัดสินระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม แต่เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการที่ชัดเจนของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ครั้งต่อไปควรมีการวัดประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ร่วมด้วย ซึ่งอาจออกแบบเครื่องมือเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบวัดเชิงสถานการณ์ หรือแบบประเมินตนเองในรูปแบบอื่น ๆ

สรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สามารถพัฒนาและเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และเกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่เสริมคุณสมบัติของความเป็นนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2561). แนวทางการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. **วารสารบริหารการศึกษาบัวบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**, 18 (4), 129-141.
- ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. **วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**.
- ชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2563). การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **วารสารศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**, 4 (3), 52-66.
- นนท์ชัย ขุนวิเศษ. (2564). การศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร**.
- นุชนารถ ทองกระจ่าง. (2557). การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. **วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา**.
- ประสพชัย พสุนนท์. (2558). การประเมินความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินโดยใช้สถิติแคปปา. **วารสารวิชาการศิลปศาสตร์ประยุกต์**, 4 (1), 2-20.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2556). **วิจัยการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรพรรณ ศรีหาวงศ์. (2562). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS. **วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร**.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2552). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

- ภาณิชา ศรีรัตน์. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภาวินี จิตดีโสภา. (2564). ผลการเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของเด็กอนุบาลโดยใช้การจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การศึกษาปฐมวัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เมธาสีทธิ ธัญรัตน์ศรีสกุล. (2560). ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ: แนวทางปฏิบัติสำหรับครู. **วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)**, 2 (2), 214-228.
- เมธาสีทธิ ธัญรัตน์ศรีสกุล. (2563). คณิต คิดเชื่อมโยง: กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับ. **วารสารคณิตศาสตร์**, 65 (702), 1-10.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2562). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- เรขา อรัญวงศ์. (2564). การเรียนการสอนเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน. ใน ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และนักรบ หมี่แสน, บรรณาธิการ **การศึกษาเชิงผลิตภาพ (Productive education): การเรียนการสอนเพื่อสร้าง ผลผลิตและนวัตกรรม**. (หน้า 38-60). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วาวรินทร์ พงษ์พัฒน์. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นโดยการจัด การเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดศรีสุทธาราม จังหวัด สมุทรสาคร. **วารสารออนไลน์บัณฑิตศึกษา**, 3 (1), 1-11.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล. (2562). **ชี้แนะการคิดเชิงนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรม หลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิสูตร โพธิ์เงิน และคณะ. (2564). ผลการใช้รูปแบบการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนตามแนวคิด GPAS 5 Steps เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนในยุคไทยแลนด์ 4.0 ระดับชั้นประถมศึกษา. **วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร**, 11 (1), 22-35.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2564). **การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่การสร้างนวัตกรรม ด้วยกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ GPAS 5 Steps**. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2562). **การวิจัยทางการศึกษา: แนวคิดและการประยุกต์ใช้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Australian National Training Authority. (2002). **Innovation ideas that work for training package developers**. Brisbane: Australian National Training Authority.
- Dunlop, M. (2020). **Innovative thinking: Why it's the skill of the future**. Retrieved 15 May 2022, from <https://www.viima.com/blog/innovative-thinking>
- Ferguson, G. & Takane, Y. (1989). **Statistical analysis in psychology and education**. New York: McGraw-Hill.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1998). **The action research planner**. Victoria: Deakin University Press.
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. **Biochemia Medica**, 22 (3), 276-282.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics**. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Rovinelli, R. J. & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. **Dutch Journal of Educational Research**, 2 (1), 49-60.