

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้
กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 *

Development of Problem Solving Ability and Learning Achievement in
Mathematics by Using the STAR Strategy and Graphic Organizer
for Mathayomsuksa Four Students*

สมเกียรติ อินทสิงห์ (Somkiart Intasingh)**

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ
1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์และ
2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 54 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม จำนวน 13 แผน ที่ใช้กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ส่วนในเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหาแล้วบรรยายเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ของนักเรียนในด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์ การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ การวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ช่วยในการคิด และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กลยุทธ์ STAR, กราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

* บทความวิจัย

research article

** อาจารย์ ดร. ประจักษ์วิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอน และการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ E-mail Address : somkiart.int@cmu.ac.th

Ph.D. (Curriculum and Instruction) Lecturer at Department of Curriculum, Teaching and Learning Faculty of Education, Chiang Mai University

Abstract

The purposes of development of problem solving ability and learning achievement in Mathematics by using the STAR strategy and graphic organizer for Mathayomsuksa Four students were to (1) study of Mathematical problem solving ability by using the STAR strategy and graphic organizer; and (2) study of Mathematical learning achievement by using the STAR strategy and graphic organizer. The samples were 54 Mathayomsuksa four students at The Prince Royal's College in Science and Mathematics program on second semester of the academic year 2014 that was selected by simple random sampling. The instruments in data collection consisted of lesson plans by using the STAR strategy and graphic organizer, Mathematical problem solving ability forms, and Mathematics learning achievement tests. Percentage, mean, standard deviation and t – test were used for analyzing quantitative data, and content analysis with descriptive explanation was used for analyzing qualitative data.

The research findings founded that the students had developed Mathematical problem solving ability in all 4 ways: to search the word problem, to translate the problem, to answer the problem with graphic organizer helping, and to review the solution with the total average of the “good” level. The Mathematics learning achievement after learning was higher than 60% at the .05 level of significance.

Keywords : STAR strategy, Graphic organizer, Mathematical problem solving ability, Mathematics learning achievement

บทนำ

ปัจจุบันโลกก้าวเข้าสู่ยุคไร้พรมแดน กระแสโลกาภิวัตน์ทำให้แต่ละประเทศมีการติดต่อสื่อสาร ค้าขาย แลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมระหว่างกัน และมีอัตราการแข่งขันในมิติทางเศรษฐกิจมากขึ้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศให้มีคุณภาพ มีความสามารถในการแข่งขันและร่วมมือกับประชาคมโลกได้ (สมเกียรติ อินทสิงห์, 2554) การศึกษาจึงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศ ทำให้กำลังคนในประเทศทันต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง และสังคม ส่งผลประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าและพัฒนาไปตามแนวนโยบายที่มุ่งหวังไว้ เพราะฉะนั้นกำลังคนจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาเป็นสำคัญ (สุนีย์ ภูพันธ์, 2546) เพราะการศึกษาช่วยวางรากฐานทางความคิดของคน อันจะส่งผลต่อการประพฤติปฏิบัติ เจตคติ และอุปนิสัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเยาวชนที่จะเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นกำลังสำคัญของประเทศในอนาคต จึงควรได้รับการศึกษาที่ดี มีคุณภาพ

การให้การศึกษาแก่ผู้เรียนโดยเฉพาะในระดับเยาวชนนั้น จำเป็นต้องคำนึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ครอบคลุมในทุกมิติ ทุกกิจกรรม และทุกสาระการเรียนรู้ หนึ่งในเนื้อหาสาระที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนก็คือ คณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและการนำไปใช้ประโยชน์ ภาษาของคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่สามารถใช้เพื่อการสื่อสาร การสื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้ เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรมที่มีโครงสร้างประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำนิยาม นิยาม และสัจพจน์ การใช้เหตุผลเพื่อสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่นำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์จึงมีความถูกต้อง เทียงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงสามารถช่วยพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เช่นเดียวกับที่ Johnson (2013) ได้ระบุว่า คณิตศาสตร์เป็นประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องอยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจำเป็นต้องให้เยาวชนทุกคนได้เรียนคณิตศาสตร์ในทุกชั้นปี

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งในสาระที่ 6 เป็นสาระที่เน้นทักษะและกระบวนการ อันประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสถานศึกษาและครูผู้สอนจำเป็นต้องนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นนี้ไปออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ ครูผู้สอนจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในประเทศก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร มีเสียงสะท้อนมาจากหน่วยงานด้านการศึกษาหลายภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ จากการรายงานของ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2557) ระบุว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 ในวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 20.48 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ยังคงต่ำมาก เมื่อเทียบกับวิชาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมความสามารถในการเรียนของผู้เรียนกลวิธีในการสอนไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่กำลังเรียน สื่อการเรียนรู้ยังไม่เพียงพอ ตลอดจนการวัดและประเมินผลไม่กระตุ้นให้

ผู้เรียนอยากพัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพ จึงเป็นหน้าที่สำคัญและเป็นความท้าทายของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่จะต้องร่วมกันพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ ศศิธร พงษ์โกศา และ อุบลวรรณ ส่งเสริม (2558) ที่ระบุว่า การเรียนรู้ผ่านนวัตกรรมวิธีสอนแบบต่าง ๆ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมจะช่วยส่งเสริมพัฒนาให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นและทำให้การจัดการเรียนรู้ของครูบรรลุตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ได้

จากการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ในสถานศึกษา หนึ่งในทักษะและกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนทุกคนจำเป็นจะต้องเน้นย้ำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ อันจะนำไปสู่การประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มักยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ยังไม่ดีเท่าที่ควร อาทิ มีความสับสนในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง ไม่แน่ใจในขั้นตอนการแก้ปัญห เลือกใช้กฎ สูตร หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง รวมถึงเมื่อหาคำตอบได้แล้วสรุปผลคำตอบไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขทั้งหมดที่โจทย์กำหนดมา ดังงานวิจัยของ Bakar, et al. (2010) ที่พบปัญหาว่า นักเรียนไม่สามารถจดจำสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ สับสนในเนื้อหาที่เรียนไม่เข้าใจการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถประยุกต์การใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหามิในบริบทอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Barcellos (2005) ยังพบความผิดพลาดของผู้เรียนหลายประการ ได้แก่ การไม่เข้าใจเครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้สมบัติไม่ถูกต้อง ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญห เป็นต้น ในขณะที่ สมวงศ์ แปลงประสพโชค, สุกัญญา ยีกา และ อนเนก จันทจรูญ (2556) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า ร้อยละ 86 เห็นว่าปัญหาในการสอนคณิตศาสตร์เกิดจากนักเรียนมีพื้นฐานคณิตศาสตร์ไม่ดี ร้อยละ 84 เห็นว่านักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหได้ และร้อยละ 72 เห็นว่านักเรียนสับสนจำสูตรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหไม่ได้ ซึ่งอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ในขณะที่ทำวิจัยเรื่องนี้) พบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี สูตร และสมบัติเป็นจำนวนมาก การแก้ปัญหในแต่ละข้อจะต้องอาศัยขั้นตอน สูตร และสมบัติที่หลากหลายในการแก้ปัญห หากครูผู้สอนไม่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหในเรื่องดังกล่าวได้ อาจทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีเท่าที่ควร (สมเกียรติ อินทสิงห์, พงศธร มหาวิจิตร และ อุดมลักษณ์ กุลศรีโรจน์, 2558)

กลวิธีหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ก็คือ กลวิธี STAR ของ Gagnon and Maccini (2001) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลจากโจทย์ (Search the word problem) 2) การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ (Translate the problem) 3) การดำเนินการหาคำตอบ (Answer the problem) และ 4) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Review the solution) ซึ่งน่าจะช่วยให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ในเนื้อหาเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” เป็นเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นช่วงขั้นสูงสุดของระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ยังต้องอาศัยกลวิธีที่ซับซ้อนเพื่อช่วยในการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญห ผู้วิจัยจึงได้นำเอา

แนวคิดการใช้กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ (Graphic organizer) มาร่วมในการช่วยให้ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพราะการใช้กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์เป็นตัวช่วยจัดระเบียบความคิดอันประกอบไปด้วย แผนภาพลำดับขั้น (Flowchart diagram) แผนภาพกิ่ง (Branching diagram) และแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ (Venn-Euler diagram) จะสะท้อนให้เห็นถึงขั้นตอนที่ละเอียดมากขึ้น เห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมกันภายในองค์ประกอบต่างๆ ดังที่ Jitendra (2002) ได้กล่าวว่า กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์จะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ช่วยจัดระบบความคิด และลำดับความสำคัญของขั้นตอนที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ นอกจากนั้น Fountas and Pinnell (2001) ยังได้ระบุอีกว่า กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ที่จัดเป็นแผนภาพต่างๆ (Diagram) จะช่วยให้ผู้เรียนย่นระยะเวลาในคิดและจัดการกับข้อมูลได้เร็วขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงตัดสินใจนำเอากลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปิ่นสร้อยแย้มส่ววิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่การสอนอยู่ในขณะทำการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กลวิธี STAR หมายถึง กลวิธีที่ใช้เป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลจากโจทย์ 2) การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ 3) การวางแผนและดำเนินการหาคำตอบ และ 4) พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งพัฒนาโดย Gagnon and Maccini (2001)
2. กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ หมายถึง ตัวช่วยจัดระเบียบความคิดอันประกอบไปด้วย แผนภาพลำดับขั้น (Flowchart diagram) แผนภาพกิ่ง (Branching diagram) และแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ (Venn-Euler diagram)
3. การใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ หมายถึง การใช้กลวิธีที่ใช้เป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลจากโจทย์ 2) การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ 3) การวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ช่วยในการคิด และ 4) พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์ 2) ด้านการเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ 3) ด้านการวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ช่วยในการคิด และ 4)

ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ อันเป็นผลมาจากการใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกนซ์เซอร์ ซึ่งวัดโดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์”

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกนซ์เซอร์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์”

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง และขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 273 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลาก มีนักเรียนจำนวน 54 คน

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ครอบคลุมเฉพาะเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ซึ่งเป็นการหาระยะทาง ความชัน และสมการเส้นตรงเท่านั้น ยังไม่ได้ครอบคลุมถึงเนื้อหาของภาคตัดกรวยเกี่ยวกับ วงกลม พาราโบลา วงรี และไฮเพอร์โบลา เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 13 แผน ประกอบด้วย แผนที่ 1 ระบบพิกัดฉากและโปรเจกชัน แผนที่ 2 ระยะห่างระหว่างจุดกับจุด แผนที่ 3 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด และจุดแบ่งภายใน แผนที่ 4 จุดตัดเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยม แผนที่ 5 พื้นที่ของรูปปิด แผนที่ 6 ความชัน แผนที่ 7 เส้นตรง แผนที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นตรงที่ขนานกันและตั้งฉากกัน แผนที่ 9 ระยะห่างระหว่างจุดกับเส้นตรง แผนที่ 10 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับเส้นตรง แผนที่ 11 สมการเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ตัดกัน แผนที่ 12 มุมระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ตัดกัน แผนที่ 13 โจทย์ปัญหาหระคน โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกนซ์เซอร์ ตั้งแต่แผนที่ 1 – 12 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเอง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนมีความสมบูรณ์

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” จำนวน 13 ชุด เป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเอง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนมีความสมบูรณ์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” เป็นแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย 2 ข้อ ซึ่งมีการกำหนดรูบรีค (Rubric) สำหรับการตรวจให้คะแนน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเอง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยทำการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item-objective congruence; IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป รวมทั้งปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจนแบบทดสอบมีความสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติที่ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและการบรรยายเชิงพรรณนา

สำหรับเกณฑ์การตัดสินผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ในแต่ละด้าน กำหนดดังนี้

ร้อยละ 80 – 100	หมายถึง	ดีมาก
ร้อยละ 70 – 79	หมายถึง	ดี
ร้อยละ 60 – 69	หมายถึง	พอใช้
ร้อยละ 50 – 59	หมายถึง	ค่อนข้างต่ำ
ร้อยละ 0 – 49	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

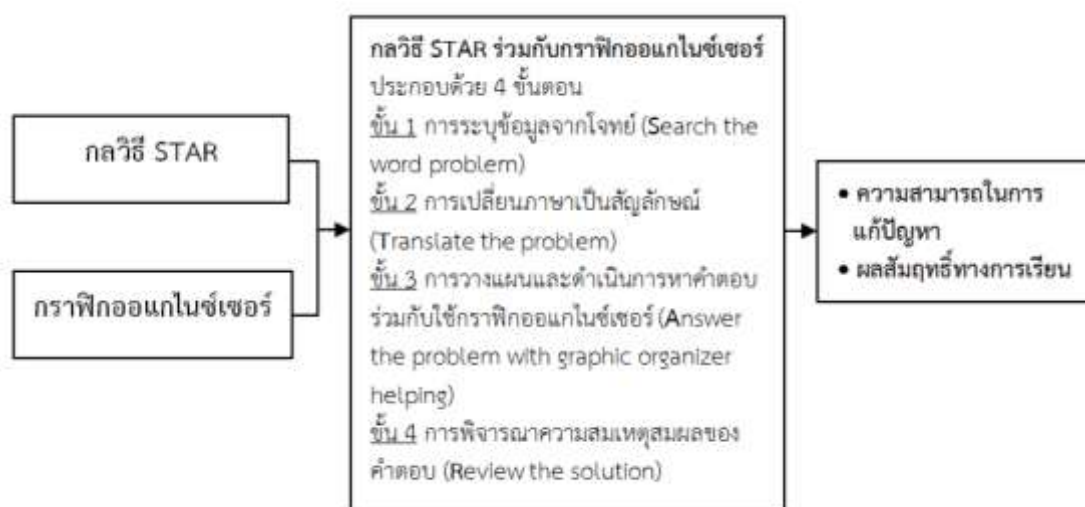
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ที่ใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์”

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเอากลวิธี STAR ของ Gagnon and Maccini (2001) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลจากโจทย์ (Search the word problem) 2) การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ (Translate the problem) 3) การดำเนินการหาคำตอบ (Answer the problem) และ 4) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Review the solution) เป็นแนวทางหลักในการจัดการเรียนรู้และนำเอาการใช้กราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์ มาบูรณาการเสริมเพิ่มเติมเพื่อจัดระบบความคิดในขั้นตอนที่ 3) การดำเนินการหาคำตอบ เพื่อช่วยในการวางแผนหาคำตอบให้ถูกต้องมากขึ้น จึงได้ประยุกต์รวมกันเป็นเรียกเป็นกลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกนไนซ์เซอร์



ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ของนักเรียนในแต่ละด้าน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน

ความสามารถในการแก้ปัญหา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1. ด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์	2	1.78	88.98	ดีมาก
2. ด้านการเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์	2	1.52	75.93	ดี
3. ด้านการวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออร์แกไนซ์เซอร์ช่วยคิด	4	2.98	74.54	ดี
4. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1.44	72.22	ดี
รวม	10	7.72	77.20	ดี

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ในแต่ละด้าน จากการจัดกิจกรรมทั้งหมด 13 ครั้ง พบว่า ด้านที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์ โดยได้คะแนนเฉลี่ย 1.78 คิดเป็นร้อยละ 88.89 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ ด้านการเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ ได้คะแนนเฉลี่ย 1.52 คิดเป็นร้อยละ 75.93 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ส่วนด้านการวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้แผนภาพช่วยคิด ได้คะแนนเฉลี่ย 2.98 คิดเป็นร้อยละ 74.54 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้คะแนนเฉลี่ย 1.44 คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่ง

อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งโดยรวมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ย 7.72 คิดเป็นร้อยละ 77.20 อยู่ในระดับดี

นอกจากนั้น ยังมีข้อค้นพบจากการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ในแต่ละด้านโดยภาพรวม ดังนี้

1) ด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์ พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของโจทย์ได้ดี เข้าใจและระบุในสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ และบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ

2) ด้านการเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ พบว่า นักเรียนสามารถกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนข้อความได้ถูกต้อง วาดภาพประกอบการแก้ปัญหาได้ดี ทำให้เห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่สับสนในการเลือกใช้สัญลักษณ์บางประเด็น เช่น การกำหนดจุดที่จะหาระยะทางกับเส้นตรงที่ต้องใช้ (x_1, y_1) แต่นักเรียนเลือกใช้ (x, y) ซึ่งไม่ถูกต้อง ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว พร้อมทั้งให้เหตุผลที่เลือกใช้ต่างกัน เป็นต้น

3) ด้านการวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกอแกนซ์เซอร์ช่วยคิด พบว่า นักเรียนสามารถใช้กราฟิกอแกนซ์เซอร์สร้างเป็นแผนภาพต่างๆ ในการช่วยวางแผนในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้ดี ทำให้ไม่สับสน รู้ทิศทางและเป้าหมายที่ชัดเจน ส่งผลให้การแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับเงื่อนไข และสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาด อาทิ การคิดคำนวณพื้นฐานทางพีชคณิต เช่น $(a - 2)^2 = a^2 - 2^2$ ซึ่งไม่ถูกต้อง ต้องแก้ไขการดำเนินการใหม่เป็น $(a - 2)^2 = a^2 - 2(a)(2) + 2^2$ เป็นต้น การแก้สมการกำลังสอง เช่น $x^2 = 4$ ได้เป็น $x = 2$ ซึ่งไม่ถูกต้อง ต้องแก้ไขเป็น $x = \pm 2$ เป็นต้น ครูผู้สอนต้องรับแนะนำและช่วยแก้ไขให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องนอกจากนั้นยังมีข้อผิดพลาดในการเลือกใช้สูตรที่สอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์ให้มา และการแทนค่าสูตรที่คลาดเคลื่อนซึ่งครูผู้สอนต้องให้ข้อเสนอแนะนักเรียนเพื่อการปรับปรุงเป็นรายบุคคลจนทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

4) ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ พบว่า นักเรียนสามารถนำเอาคำตอบที่ได้มาพิจารณาความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้ เห็นถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ยังพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบกับเงื่อนไขในบางส่วนเท่านั้น ไม่ครอบคลุมเงื่อนไขทั้งหมด ทำให้คำตอบคลาดเคลื่อน ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องเสนอแนะการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมดให้นักเรียนเข้าใจและปรับปรุงให้ดีขึ้นในแต่ละแบบวัด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกนซ์เซอร์ของนักเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” มีค่าเท่ากับ 21.83 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.77 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 60% ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับการอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยได้จำแนกประเด็นเป็นดังนี้

1. ผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออบเจกต์เชอร์นี้ สามารถทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหายอยู่ในระดับดีและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 60% ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่ากลวิธี STAR มีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้ สอดคล้องกับ ปาจริย เยาดำ (2552) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว" โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิ์รัตนวิมุข จังหวัดตรัง พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนะชาติ ถนอมกุลบุตร (2552) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแปรผัน” โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบโดยเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสม

2. การใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออบเจกต์เชอร์ เป็นการนำเอากลวิธี STAR ของ Gagnon and Maccini (2001) มาบูรณาการร่วมกับกราฟิกออบเจกต์เชอร์เพื่อช่วยจัดระบบความคิดในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมโดยเฉพาะเนื้อหาที่ต้องใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎี กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ เข้ามาร่วมกันในการแก้ปัญหาเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้หากมองแยกประเด็นของการใช้กลวิธี STAR ของ Gagnon and Maccini (2001) นั้น จะเน้นไปที่ทักษะและกระบวนการในการตีประเด็นโจทย์ แยกแยะองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาต่างๆ นำไปสู่การแก้ปัญหา และสรุปคำตอบให้สมเหตุผล ผลอย่างไรก็ตามเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสลับซับซ้อนมากกว่าระดับชั้นอื่น ๆ การนำเอากราฟิกออบเจกต์เชอร์เข้ามาช่วยในวางแผนขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหานี้ ก็สามารถทำให้ผู้เรียนทราบทิศทาง หรือขั้นตอนย่อย ๆ ลึกลงไปได้เป็นอย่างดี ไม่ลัดขั้นตอน หรือดำเนินการแก้ปัญหาลงมาแล้วไม่พบทางตัน กล่าวคือ ทำให้ทราบแนวทางหาข้อมูลที่เป็นในการแทนค่าให้ครบองค์ประกอบสูตร ซึ่งแผนภาพช่วยคิดก็จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออบเจกต์เชอร์อยู่ในระดับที่ดี

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกไนซ์เซอร์ของนักเรียน ในเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” มักพบว่า นักเรียนสืมนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติที่ได้เรียนมาแล้วในคาบก่อนหน้านั้น ส่งผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนั้นยังมีข้อผิดพลาดในการคิดคำนวณพื้นฐานทางเลขคณิตและพีชคณิต ไม่ว่าจะเป็นการยกกำลังสองการถอดรากที่สอง หรือการสรุปคำตอบไม่ครอบคลุมทั้งหมด เป็นต้น ครูผู้สอนได้แก้ปัญหาโดยการแนะนำการคิดคำนวณพื้นฐานทางเลขคณิตและพีชคณิตในระหว่างการแก้ปัญหาด้วย เพื่อให้นักเรียนจะได้เรียนรู้ควบคู่พร้อมกันไปและไม่คิดคำนวณผิดพลาด ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นรายบุคคลจากการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานี้ เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขข้อผิดพลาดทางการเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคืบคลานขึ้นได้ สอดคล้องกับแนวคิดการประเมิน (Assessment) ของ สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2553) ที่ระบุว่า การประเมินจะต้องออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน เป็นการตรวจสอบคุณภาพของงานของผู้เรียน แล้วผู้สอนจะต้องให้ผลการประเมินย้อนกลับไปพัฒนาผู้เรียนตลอดระยะเวลาของการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอที่ได้จากการวิจัย

1. ครูผู้สอนจำเป็นต้องเน้นย้ำและทบทวนการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบสม่ำเสมอ เพราะในเรื่องนี้มีสูตร กฎ และสัญลักษณ์เป็นจำนวนมาก เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้สูตรเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา

2. ในการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง ครูผู้สอนควรมีการเสริมแรงทางบวก อาทิเช่น การชมเชย การกล่าวชื่อนักเรียนที่ได้คะแนนดีในชั้นเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกแก่นักเรียน และให้กำลังใจนักเรียนที่ได้คะแนนน้อย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีกำลังใจในการพัฒนาตนเองต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำเอากลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกอแกไนซ์เซอร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2. ควรมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาความสามารถในด้านอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การคิดเชื่อมโยง และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร :

ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธนะชาติ ถนอมกุลบุตร. (2552). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยการ
ใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี.” วิทยานิพนธ์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปทุมธานี เยาดำ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิ์รัตนภูมิ
จังหวัดตรัง.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). **ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน
(O-NET) ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2556**. เข้าถึงเมื่อ 29 มีนาคม 2557.

เข้าถึงได้จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์**.

กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สุกัญญา ยีกา และ อเนก จันทจรูญ. (2556). **ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**.

เข้าถึงเมื่อ 13 มีนาคม 2556. เข้าถึงได้จาก <http://www.images.cg14jap.multiply.multiplycontent.com>

multiply.multiplycontent.com

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ. (2553). **หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง**. เชียงใหม่ :

ดวงกมล.

สมเกียรติ อินทสิงห์. (2554). “การประเมินหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปริมังคลาวิทยาลัย
จังหวัดเชียงใหม่.” วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย

สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร 4, 2

(กันยายน – ธันวาคม) : 229-247.

(กันยายน – ธันวาคม) : 229-247.

สมเกียรติ อินทสิงห์, พงศธร มหาวิจิตร และ อุดมลักษณ์ กุลศรีโรจน์. (2558). “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทาง
คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงโดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์.”

วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์

และศิลปะ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร 8, 1 (มกราคม – เมษายน) : 1132-1147.

สุนีย์ ภูพานิช. (2546). **แนวคิดพื้นฐานการสร้างและการพัฒนาหลักสูตร**. เชียงใหม่ : แสงศิลป์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). **แนวทางการดำเนินงานโรงเรียนมาตรฐานสากล**.

กรุงเทพมหานคร : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศศิธร พงษ์โกคา และอุบลวรรณ ส่งเสริม. (2558). “การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหอนาคร่วมกับแผนผังความคิด.”

วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และ
ศิลปะ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร 8, 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม) : 1223-1237.

ภาษาต่างประเทศ

Bakar, K. A. et al. (2010). “Teachers and Learners’ Perspectives on Learning Mathematics
for At-Risks Students.” **Procedia Social and Behavioral Science** 8(C): 393 – 402.

Barcellos, A. (2005). **Mathematical Misconceptions of College-Age Algebra Student at
United States – California: University of California, Davis School.**
Accessed November 23, 2007. Available from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=954015441&sid=2&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQD/>

Fountas, I. and Pinnell, G. (2001). **Guiding Readers and Writers Grades 3-6: Teaching
Comprehension, Genre, and Content Literacy.** Portsmouth, NH: Heinemann.

Gagnon J. and Maccini P. (2001). “Preparing students with disabilities for algebra.”
Teaching Exceptional Children 34(1): 8-15.

Jitendra, A. (2002). “An exploratory study of schema-based word-problem-solving instruction
for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and
procedural knowledge.” **The Journal of Special Education** 36(1):23-28.

Johnson P. (2010). **Math in Every Day Life.** Accessed November 5, 2013. Available from
<http://www.buzzle.com/articles/math-in-everyday-life>