

การเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ENHANCING MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY
THROUGH STEM EDUCATION ACTIVITIES AT HIGH SCHOOL LEVEL

ชวิต เชื้อธวัช* ญานิน กองทิพย์ พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล และสิริ สิรินิลกุล
Chavit Chuetawat*, Yanin Kongthip, Pisuttawan Sripirom Sirinilakul, and Siri Sirinilakul
E-mail: pai-aop@hotmail.com, yanin@g.swu.ac.th, pisuttaw@g.swu.ac.th, and siri@g.swu.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

*Corresponding author E-mail: pai-aop@hotmail.com

(Received: January 18, 2021; Revised: March 18, 2021; Accepted: March 31, 2021)

ABSTRACT

The purpose of this study was to enhance the mathematical connection ability of high school students in grade 11 through the STEM education activities. The participants using the study were 45 grade 11 students from sciences and mathematics program in Bangkok province, selected by using the cluster random sampling. The research instruments used in this study consisted of: 1) lesson plans that allowed students to learn the topic via STEM education activities, 2) the mathematical connection ability behavior observation form and 3) the mathematical connection ability interview form. The study findings revealed that students improve in mathematical connection ability after studying via the STEM education activities. Moreover, the mathematical connection ability component in which the students exhibited the highest behavior is the mathematical content connection.

Keywords: STEM education; Mathematical connection ability; Mathematics education

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 45 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) แบบสังเกตพฤติกรรมวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบสัมภาษณ์วัดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และองค์ประกอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมสูงสุดคือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา; การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์; คณิตศาสตร์ศึกษา

1. บทนำ

ภาคตัดกรวยเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระเรขาคณิตและยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนศาสตร์อื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ ศิลปะ พื้นฐานทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม อีกทั้งยังมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน [1] เมื่อพิจารณาการเรียนการสอนเรขาคณิตในปัจจุบัน พบว่าเรขาคณิตเป็นเรื่องยากและมีปัญหาในการเรียนทำให้นักเรียนส่วนมากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนเท่าที่ควร [2] สภาพปัญหาดังกล่าวสะท้อนได้จากผลการประเมินนักเรียนร่วมกับนานาชาติ PISA (Program for international student assessment) ซึ่งเป็นโครงการขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development หรือ OECD) ผลการประเมิน PISA ในปี ค.ศ. 2015 ซึ่งเป็นการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics literacy) พบว่า เนื้อหาด้านเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับปริภูมิและทรงเรขาคณิตเป็นเนื้อหาที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำสุด (25.7%) เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ [3] จากผลคะแนนการสอบ PISA ด้านคณิตศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังไม่สามารถนำความรู้เรขาคณิตไปสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน หรือใช้เรขาคณิตจริงเพื่อทำความเข้าใจหรืออธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัว [4]

สาเหตุที่นักเรียนไทยยังขาดความสามารถในการนำเรขาคณิตไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่เอื้ออำนวยต่อการทำให้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเนื้อหาเรขาคณิต ขาดการบูรณาการและเชื่อมโยงวิชาความรู้แต่ละสาขาและประสบการณ์ต่างๆ [5] การเรียนการสอนเรขาคณิตนั้นยังขาดการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือการเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนไม่เห็นคุณค่าของการเรียนวิชาเรขาคณิต ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการบูรณาการหรือเชื่อมโยงความรู้ทางเรขาคณิตเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียนเรขาคณิต [6]

การบูรณาการเป็นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เข้าด้วยกัน โดยเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระต่าง ๆ ประเด็นและหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องกันทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพรวมของความรู้และได้เรียนรู้ความหมายของแต่ละสาระวิชาซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบในลักษณะเป็นหน่วยเดียวกันไม่แยกเป็นส่วน ๆ และแต่ละวิชาต้องมีส่วนที่เชื่อมโยงมีความสัมพันธ์กัน เช่น เนื้อหา หรือประสบการณ์ มารวมกันเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง [7] โดยการเชื่อมโยงเป็นรูปแบบหนึ่งของการบูรณาการเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งการเชื่อมโยงมีประโยชน์ ได้แก่ 1) ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งขึ้นและยาวนานขึ้น 2) ทำให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ 3) ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ลดช่องว่างในการเรียนรู้ และ 4) ทำให้หลักสูตรเกิดความสมดุล [8] สอดคล้องกับงานวิจัยของลอสันและโมฮันที่พบว่า การเชื่อมโยงของนักเรียนส่งผลต่อการประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา มากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงในการแก้ปัญหา สถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และเห็นถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น [9]

หนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง คือ สะเต็มศึกษา (STEM education) เพราะสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้แต่ละสาขามารวมกัน และช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงความรู้หลายสาขาไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ [10] ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเรียนในการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ [11]

จากความสำคัญและประโยชน์ของการเชื่อมโยงดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ดีขึ้น กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของเนื้อหา ตลอดจนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาของการเรียนเรขาคณิตต่อสถานการณ์ในชีวิตจริง และสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงได้ในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ วงกลม วงรี พาราโบลา ไฮเพอร์โบลา ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นตามแนวทางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โพรเจกไทล์ คลื่น การเคลื่อนที่ของดวงดาว ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน นักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากทั้งหมด 10 ห้องเรียน จับฉลากเลือกมา 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน กล่าวคือ ในห้องเรียนประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง และอ่อน

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

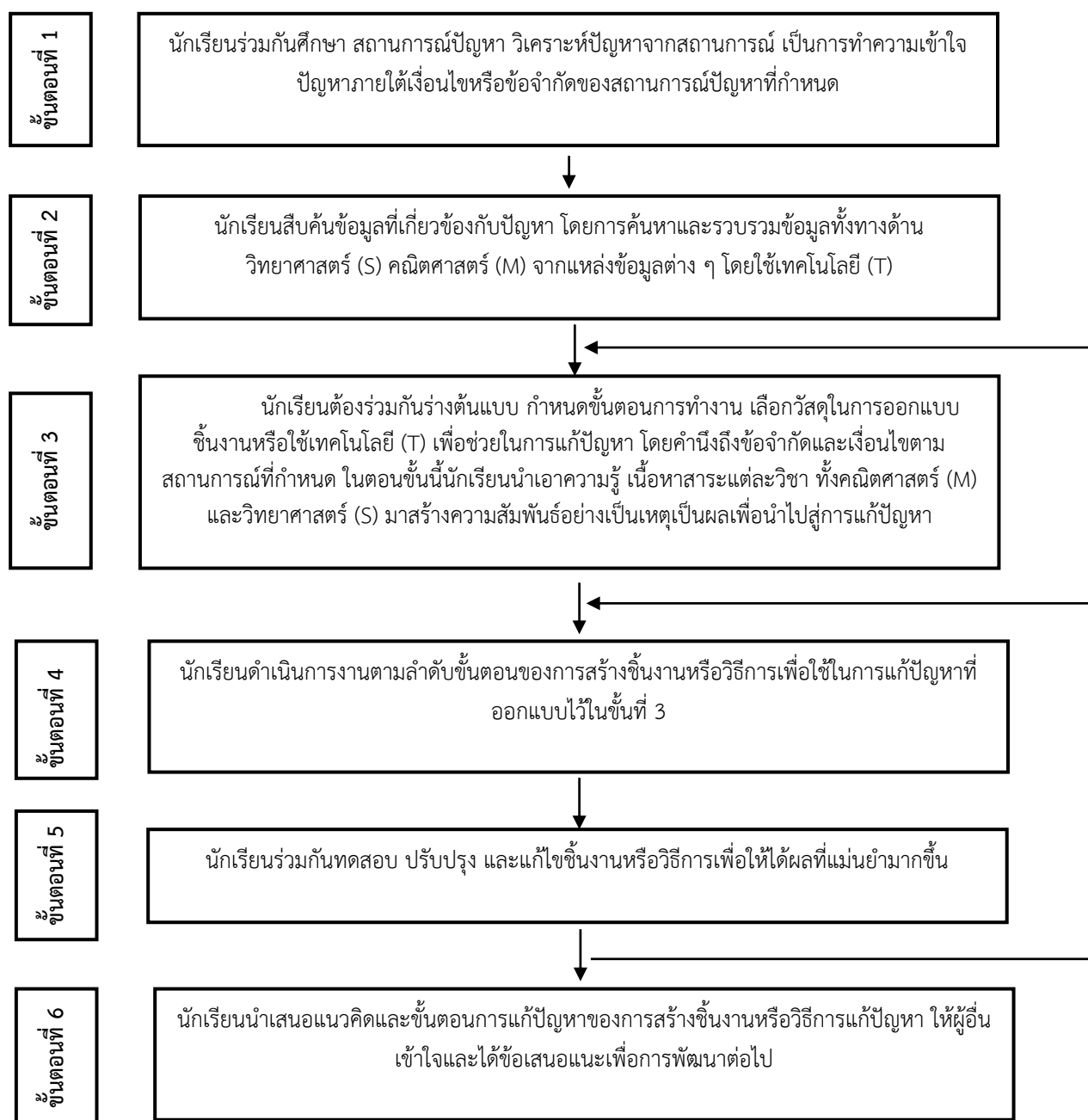
ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และการใช้ภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน แผนละ 100 นาที ซึ่งการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบไปด้วย แผนเนื้อหาย่อยเรื่องวงกลม จำนวน 2 แผน แผนเนื้อหาย่อยเรื่องวงรี จำนวน 1 แผน แผนเนื้อหาย่อยเรื่องพาราโบลา จำนวน 1 แผน และแผนเนื้อหาย่อยเรื่องไฮเพอร์โบลา จำนวน 2 แผน เป็นกิจกรรมที่บูรณาการความรู้ 3 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) คณิตศาสตร์ (M) และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (E) เป็นขั้นตอนในการสอนเพื่อบูรณาการ 3 สาขาวิชาดังกล่าว มี 6 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องวิธีการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาตามขั้นตอน
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน (E)

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา : นักเรียนร่วมกันศึกษา สถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ เป็นการทำความเข้าใจปัญหาภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา : นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลทั้งทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยี

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา : นักเรียนต้องร่วมกันร่างต้นแบบ กำหนดขั้นตอนการทำงาน เลือกวัสดุในการออกแบบชิ้นงาน หรือใช้ เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ในขั้นตอนนี้ก็นักเรียนนำเอาความรู้ เนื้อหาสาระแต่ละวิชา ทั้งคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา : นักเรียนดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา : นักเรียนร่วมกันทดสอบปรับปรุง และแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน : นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

4.1.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสำรวจรายการ (Checklist) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการแสดงออกด้านพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 4 คน ในระหว่างทำกิจกรรม

4.1.3 แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 3 ข้อ เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน ก่อนและหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสียงมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.2 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองทราบถึงการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนจะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง โดยนักเรียนกลุ่มทดลองดังกล่าวยินยอมเข้าร่วมกระบวนการวิจัยตามมาตรฐานจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์

4.2.2 ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

4.2.3 ดำเนินการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 6 แผน พร้อมสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2.4 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามข้อ 4.2.3 ครบทั้งจำนวน 6 แผน ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยข้อมูลจากการวิจัยได้มาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และบทสัมภาษณ์นักเรียนจากการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

5.1 พฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมและตอบคำถามในใบกิจกรรมส่วนที่เป็นคำถาม จากนั้นผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกและคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรม ดังนี้

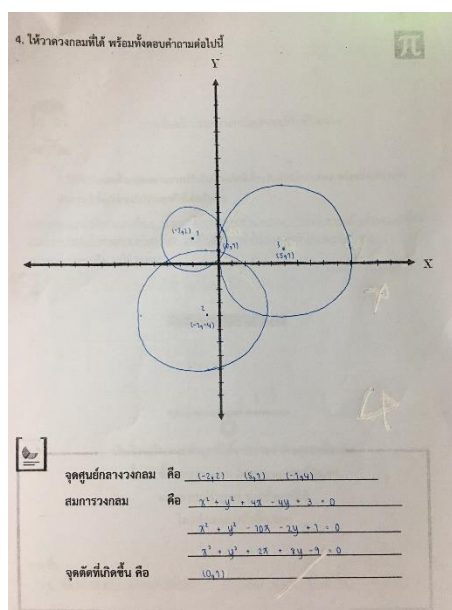
สำหรับการประเมินค่าเฉลี่ยสำหรับพฤติกรรมที่สังเกตได้ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้ 0 : ไม่แสดงพฤติกรรม และ 1 : แสดงพฤติกรรม แปลความหมายได้ดังนี้ 0.01–0.25 ไม่แสดงพฤติกรรม 0.26–0.50 แสดงพฤติกรรมบางครั้ง 0.51–0.75 แสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง 0.76–1.00 แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถี่ของพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตและแปลความ

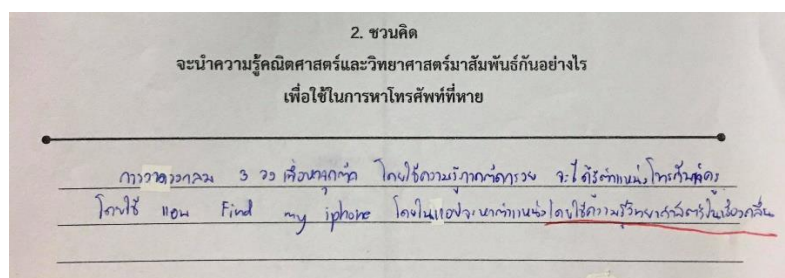
พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์			
อธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้	0.937	0.242	แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง
อธิบายความสัมพันธ์ของความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้	0.937	0.242	แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง
อธิบายความสัมพันธ์ของสมการภาคตัดกรวยกับกราฟภาคตัดกรวยได้	0.875	0.331	แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ			
อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้	0.875	0.331	แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง
อธิบายความสัมพันธ์ของความรู้คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ได้	0.688	0.464	แสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง
อธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ที่นักเรียนกำหนดได้	0.375	0.484	แสดงพฤติกรรมบางครั้ง
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง			
นักเรียนขอคำแนะนำตัวอย่างโดยปรึกษาคุณครู	0.00	0.00	ไม่แสดงพฤติกรรม
นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กันในกลุ่ม	0.875	0.331	แสดงพฤติกรรมทุกครั้ง

จากตารางที่ 1 พบว่า องค์ประกอบที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมบ่อยและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.917 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.03

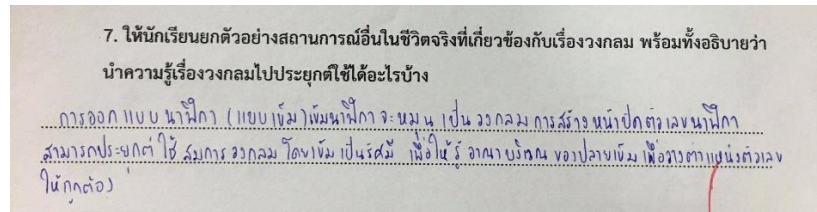
ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนสามารถแสดงในรูปที่ 2, 3, และ 4



รูปที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์



รูปที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ



รูปที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

5.2 การสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนรวมทั้งทำการวิเคราะห์เสียงทั้ง 2 ช่วงดังต่อไปนี้

5.2.1 การสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองจากคำถาม โดยให้ A นักเรียนที่มีคะแนนสูง B และ C เป็นนักเรียนที่มีคะแนนปานกลาง และ D เป็นนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ จากคำถามดังนี้

“ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดโฟกัสจุดหนึ่ง จุดที่ดาวเคราะห์อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดเรียกว่า Perihelion และจุดที่ดาวเคราะห์อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด เรียกว่า Aphelion จุดทั้งสองนี้เป็นจุดยอดของวงโคจร โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 147,000,000 กิโลเมตร ที่ Perihelion และ 153,000,000 กิโลเมตรที่ Aphelion จงหาสมการของวงโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์”

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “ขณะที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหานี้แล้ว นักเรียนนึกถึงหัวข้อหรือความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เรื่องอะไรบ้าง เพราะอะไรทำให้นักเรียนนึกถึงเรื่องดังกล่าว”

A : “คณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม วิทยาศาสตร์ เรื่องการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ เพราะว่ามันให้หาสมการวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์”

B : “คณิตศาสตร์ เรื่องวงรี วิทยาศาสตร์ เรื่องการโคจร เพราะระบบสุริยะจะมีดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง แล้วมันจะมีรูปร่างวงรีซึ่งมันไม่ได้กลมเป๊ะ วงโคจรของจะเป็นวงรี”

C : คณิตศาสตร์ เรื่องวงรี วิทยาศาสตร์ น่าจะเป็นเรื่องการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์

D : “คณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์เรื่องฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม”

จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงไม่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ แต่สามารถระบุความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้บางส่วน นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้กว้าง ๆ ไม่สามารถระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างเฉพาะเจาะจง และไม่สามารถระบุความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “จากปัญหาข้อที่แล้วถ้านักเรียนต้องการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่นักเรียนกำหนด นักเรียนจะเริ่มทำอะไรก่อนแล้วจะทำอะไรต่อไปอีกบ้าง ลองอธิบายขั้นตอนให้ครูฟัง”

A : “ก่อนอื่นวาดกราฟ วาดวงกลม 2 วง จากนั้นกำหนดระยะห่าง ตั้งสมการวงกลมจากระยะห่าง”

B : “ถ้าเป็นการหาสมการวงรีเลย ไม่นั่นใจว่าจะหายังไง”

C : “คิดว่าสร้างสมการวงรี จากจุดศูนย์กลาง ระยะห่างโลก”

D : “ไม่ทราบเลย”

จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงมีพื้นฐานความรู้ และมีความสามารถในการเนิรวางแผนการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างดี แนวคิดของนักเรียนเป็นขั้นเป็นตอนสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ ถึงแม้ว่าเป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางไม่สามารถอธิบายขั้นตอนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ ถึงแม้ว่าจะระบุเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องได้ นักเรียนที่มีคะแนนต่ำไม่สามารถอธิบายขั้นตอนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเรื่องวงกลม พร้อมทั้งอธิบายว่านำความรู้เรื่องวงกลมไปประยุกต์ใช้ได้อะไรบ้าง”

A : “นึกถึงนำความรู้เรื่องวงกลมไปออกแบบลูกบอล ให้เป็นทรงกลม”

B : “วงเวียน ลูกบอลซิลิโคน”

C : “ล้อรถยนต์”

D : “นึกถึงลูกบอล ลูกแก้ว”

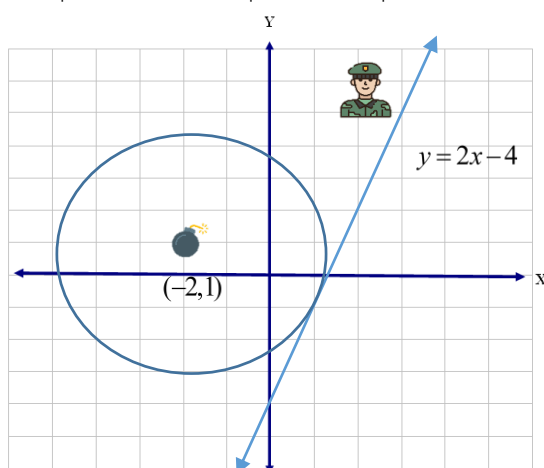
จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริง ได้ค่อนข้างชัดเจนในแง่ของรายละเอียดเมื่อเทียบกับนักเรียนที่มีคะแนนปานกลางและนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริง นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริง

5.2.2 การสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง โดยให้ A เป็นนักเรียนที่มีคะแนนสูง B และ C เป็นนักเรียนที่มีคะแนนปานกลาง และ D เป็นนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ จากคำถามดังนี้

“วัตถุระเบิด TENET ขึ้นหนึ่งลูกวางที่พิกัด $(-2,1)$ ในระบบพิกัดฉาก ทหาร Neil เดินสำรวจวัตถุระเบิดตามแนวเส้นตรง $y = 2x - 4$ จงหาพิกัดที่ทหาร Neil จะได้ยินระเบิดดังที่สุด โดยกำหนดให้ ทหารอยู่ในระนาบเดียวกับระเบิด พิจารณาเฉพาะในแกน 2 มิติ และไม่ต้องพิจารณาความสูงของทหาร

แนวคำตอบ เสียงจากระเบิดจะเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง ถ้าพิจารณาเฉพาะในแกน 2 มิติ จะเป็นวงกลม ซึ่งตำแหน่งที่เราได้ยินเสียงระเบิดดังที่สุดคือ ระยะที่ใกล้ที่สุดระหว่างวัตถุระเบิดกับแนวเดินสำรวจ ซึ่งก็คือรัศมีของวงกลม



รูปที่ 5 ภาพประกอบสำหรับแนวคำตอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “ขณะที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหานี้แล้ว นักเรียนนึกถึงหัวข้อหรือความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เรื่องอะไรบ้าง เพราะอะไรทำให้นักเรียนนึกถึงเรื่องดังกล่าว”

A : “คณิตศาสตร์ เรื่องระยะห่างระหว่างเส้นถึงจุด สมการวงกลม วิทยาศาสตร์เรื่องเสียง”

B : “คณิตศาสตร์ เรื่องสมการเส้นตรงและเรขาคณิตวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์ เป็นระเบิดคงเป็นเรื่องเสียง”

C : “คณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรง วิทยาศาสตร์ น่าจะเป็นเรื่องระเบิด”

D : “คณิตศาสตร์ เรื่องสมการเส้นตรง วิทยาศาสตร์เรื่องคลื่น”

จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางระบุความรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเป็นส่วนมากและนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ ระบุความรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “จากปัญหาข้อที่แล้วถ้านักเรียนต้องการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่นักเรียนกำหนด นักเรียนจะเริ่มทำอะไรก่อนแล้วจะทำอะไรต่อไปอีกบ้าง ลองอธิบายขั้นตอนให้ครูฟัง”

A : “ขั้นแรกหาครึ่งของวงกลม แล้วบอกว่าจุดที่ได้ยินระเบิดดังที่สุด ซึ่งมันก็คือจุดที่ตั้งฉากกับเส้นตรง ก็เลยได้เส้นนี้มาคือครึ่งวงกลม พอได้ครึ่งของวงกลมแล้วเขียนสมการวงกลมขึ้นมา ให้จุดที่ระเบิดเป็นจุดศูนย์กลางวงกลม จากนั้นหาจุดตัดระหว่างเส้นตรงกับวงกลมขึ้นมา”

B : “พอเห็นตอนแรก นึกถึงสมการเส้นตรงและเรขาคณิตวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์เรื่องนี้เป็นระเบิดคงเรื่องเสียงแน่นอน เริ่มต้นคือว่ากราฟเส้นตรง มันน่าจะใช่แล้วก็หาจุดตัดของเส้นตรงกับเส้นตั้งฉากระหว่างเสียงแหล่งกำเนิดระเบิดกับเส้นตรงของทหาร”

C : “น่าจะเป็นเรื่องเส้นตรง เพราะว่าการเดินของทหารเป็นสมการเส้นตรง วิทยาศาสตร์น่าจะเป็นเรื่องการระเบิด เราได้ยินชัดที่สุดน่าจะเป็นจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดหาจุดที่ใกล้ที่สุดของทหารกับระเบิด”

D : “คณิตศาสตร์เรื่องสมการเส้นตรง วิทยาศาสตร์เรื่องคลื่น แทนจุดบนสมการเส้นตรง และแก้สมการตามโจทย์ให้มา”

จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงมีความสามารถในการดำเนินวางแผนแก้ปัญหาได้ดี แนวคิดของนักเรียนเป็นขั้นตอนชัดเจน สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ไปแก้ปัญหาพอสื่อความหมายได้ชัดเจน และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำดำเนินวางแผนแก้ปัญหาได้เล็กน้อย แต่ยังไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

สำหรับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ผู้วิจัยนำเสียงของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง จากบทสัมภาษณ์ดังนี้

ครู : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพาราโบลา พร้อมทั้งอธิบายว่านำความรู้เรื่องพาราโบลาไปประยุกต์ใช้ได้อะไรบ้าง”

A : “นึกถึงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในกีฬาบางประเภท บาสเก็ตบอล แบดมินตัน นำไปประยุกต์ใช้เวลาชู้ตบาส กระยะและแรงให้ลูกมันย้อยลงห่างพอดี แบดมินตันใช้ได้เหมือนกัน”

B : “นึกถึงพวกโยนของทุกอย่างที่เป็นวิถีโค้ง เช่น ชู้ตบาส โยนของหนัก ๆ จรวดพลัสน้ำที่สูบลงเข้าไป ยิงมิสไซล์ นำไปคำนวณหาจุดตก อาจจะไปประยุกต์กับฟิสิกส์ไว้คำนวณระยะ”

C : “การโยนลูกบาสให้ลงห่วง คำนวณระยะการโยน แรงในการโยนให้มันลงห่างพอดี”

D : “นึกถึงการโยนลูกบอล การตีแบดมินตัน การยิงธนู ใช้คำนวณทิศทางที่ลูกบอลจะตก”

จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนที่มีคะแนนสูงสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริง สามารถบอกรายละเอียดได้ชัดเจน นักเรียนที่มีคะแนนปานกลางสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริงได้หลากหลาย สามารถบอกรายละเอียดได้ชัดเจน นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริงได้หลากหลาย สามารถบอกรายละเอียดได้บางส่วน

ดังนั้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 4 คน หลังจากการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นขั้นตอนในการสอนเพื่อบูรณาการเนื้อหา ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ (3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถพิจารณาเป็นประเด็นได้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกิจกรรมเรียนรู้แบบบูรณาการนำคณิตศาสตร์ ที่มีเนื้อหาสาระในวิชาเดียวกันมาสัมพันธ์กันเพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้ โดยในหัวข้อเรื่องภาคตัดกรวย มีเนื้อหาสาระพีชคณิตและเรขาคณิต ให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ในวิชาเพื่อช่วยให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบได้ง่ายขึ้น ผลการวิเคราะห์จะได้ว่าหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นักเรียนสามารถอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ใช้ทั้งความรู้เรขาคณิตและพีชคณิตเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น และพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์มีการแสดงออกทางพฤติกรรมที่สูงกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ Housinger [12] ว่าเมื่อนักเรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ใหม่และความรู้ที่เคยเรียนมา จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saelo [13] ที่ได้ทำวิจัย การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการวิชา คือการนำเนื้อหาสาระตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไปภายในเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันนำมาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมพาราโบลา ให้นักเรียนออกแบบเครื่องยิงปิงปองจากขวดน้ำใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา และวิทยาศาสตร์เรื่องโพรเจกไทล์ เป็นต้น ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาเนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง การจัดการเรียนรู้จึงควรใช้ความรู้และทักษะจากหลาย ๆ วิชามาร่วมกันแก้ปัญหา ส่งผลให้ความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับแนวคิดของ Mekanong [14] ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นและสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) ทำให้มองคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ อีกทั้งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีหัวเรื่องที่เป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นตัวอย่างที่ใช้ชีวิตจริงเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน นักเรียนได้นำความรู้และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับเหตุการณ์ชีวิตจริงหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ผู้เรียนมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แนวคิดกับเพื่อนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนได้มีการสร้างแนวคิดร่วมกับผู้อื่น สังเกตได้จากการแสดงออกทางพฤติกรรมในระหว่างทำกิจกรรม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการทดลองพบว่า นักเรียนสามารถระบุสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงในชีวิตจริงได้หลากหลาย สามารถบอกรายละเอียดได้ชัดเจนขึ้นหลังจากเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nuansaard [15] ที่ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรขาคณิตโดยบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เรขาคณิตโดยการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงมีความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาเรขาคณิตกับสถานการณ์ในชีวิตจริงสูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1) ข้อเสนอแนะจากผลวิจัย

7.1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเองมากที่สุด ครูเป็นผู้สนับสนุนเมื่อนักเรียนมีคำถาม ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในระหว่างกลุ่ม ให้เห็นประโยชน์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

7.2 ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ควรมีอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีความหลากหลายทางในแต่ละกลุ่ม ส่งเสริมอิสระทางความคิด และฝึกให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.3 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะในศตวรรษที่ 21 เพิ่มเติม

7.4 ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ควรนำปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] Sherard, III W. H. (1981). "Why is Geometry a Basic Skill?." **The Mathematics Teacher**. 74(1), 19-21.
- [2] Paisarn, K. (1997). "Instructional Activity Package on Geometric Construction by Using C.a.R. Software to Enhance Reasoning Ability for Mathayomsuksa III Students." Doctoral thesis, Srinakharinwirot University, 2. (in Thai)
- [3] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Professional teacher and the path to success**. Bangkok: Q3 Media. 31. (in Thai)
- [4] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). **Documents for trainees of the training program distance learning system for elementary mathematics learning, teacher training standard course , year 3 (Revised version)**. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 43. (in Thai)
- [5] Kankeerati, W. (2010). **Mathematics learning management**. Phetchaburi. Thailand: Mathematics and Computing Faculty of Science and Technology of Phetchaburi Rajabhat University. 17-18. (in Thai)
- [6] Nuansaard, N. (2019). "Development of Geometrical learning activities in connection with real life situations for grade eight students." Doctoral thesis, Srinakharinwirot University, 3. (in Thai)

-
- [7] Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (1998). **Curriculum Foundation, Principle and Issue**. New York: Pretice Hall. 321-325.
 - [8] National Council of Teacher Mathematics. (2000). **Principles and Standard for School Mathematics**. Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics. 64-66.
 - [9] Lawson, M. J., & Mohan, C. (2000). "Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving." **Journal for Research in Mathematics Education**. 31(1), 26-43.
 - [10] Klomim, K. (2016). "STEM Integrated learning management for student teachers." **Journal of Education**. 4,334-348. (in Thai)
 - [11] Appelgate, M. H. (2018). "i STEM: Mathematics concepts using STEM connections." **Teaching Children Mathematics**. 24(6), 394-397.
 - [12] Housinger, M. (2002). "Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grades." **The Mathematics Teacher**. 95(5), 394.
 - [13] Saelo, B. (2007). "The Integration by Connecting of Mathematics Contents on Data Analysis, Data Representation, and Algebra by Using Real-Life Situations for Mathayomsuksa 3 Students." Doctoral thesis, Srinakharinwirot University, 114. (in Thai)
 - [14] Mekanong, A. (2010). **Mathematicals skills and processses for development**. Bangkok. Thailand: Chulalongkorn University Printing House. 64 (in Thai)
 - [15] Nuansaard, N. (2019). "Development of Geometrical learning activities in connection with reallife situations for grade eight students." Doctoral thesis, Srinakharinwirot University, 118. (in Thai)