ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กฤษฎา ขุนอาจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2560

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กฤษฎา ขุนอาจ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.คงรัฐ นวลแปง)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล)

.... กรรมการ

(ดร.คงรัฐ นวลแปง)

.... กรรมการ

(ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่....20....เดือน....ตุลาคม....พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ และคำปรึกษาอันมีค่ายิ่งจาก ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.เชวง ซ้อนบุญ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ดร.สมคิด อินเทพ อาจารย์ศศิธร อัจจิมาธร และอาจารย์อาภรณ์ ดวงรัตน์ ที่สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ตลอดจนคณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการหาคุณภาพเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ช่วยเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณตาหนูพันธ์ คุณยายกองสี คุณแม่กาญจนา คลังคำภา ครอบครัวที่สนับสนุนเป็นกำลังใจในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ และขอขอบคุณ นางสาวธนียา ภูมิผักแว่น รวมถึงเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

กฤษฎา ขุนอาจ

58910158: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด/ รูปแบบ SSCS/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์/ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กฤษฎา ขุนอาจ: ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING OPEN APPROACH WITH SSCS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND MATHEMATIC CONNECTION ABILITY OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คงรัฐ นวลแปง, กศ.ด., ผลาดร สุวรรณโพธิ์, วท.ด. 242 หน้า. ปี 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

58910158: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING: M.Ed.
(MATHEMATICS TEACHING)
KEYWORD: OPEN APPROACH LEARNING MANAGEMENT/ SSCS MODEL/ MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/ MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY/ APPLICATION OF LINEAR EQUATIONS WITH ONE VARIABLE

KRIDSADA KHUNART: THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING OPEN APPROACH WITH SSCS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND MATHEMATIC CONNECTION ABILITY OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KONGRAT NUALPANG, Ed.D., PALADORN SUWANNAPHO, Ph.D. 242 P. 2017.

The purposes of this research were to compare the mathematical problems solving and mathematic connecting ability of students after obtaining learning management with open approach with SSCS model with before obtaining learning management, and with criterion at 70 percent. The sample was 45 students who were Mattayomsuksa 2 in the second semester of 2016 academic school year at Bansuan Jananusorn School, Chonburi Province, They were selected by cluster random sampling. The research instruments were lesson plans, a problem solving and connecting ability test and a problem solving and connecting ability test. The data were analyzed by using percentage, means, standard deviation, *t*-test for one sample and *t*-test dependent.

The results of research were that the mathematical problems solving ability after obtaining learning management by open approach with SSCS model was higher than before obtaining learning management, and was higher than the 70 percent criterion at .01 level of significance. The mathematical connecting ability after obtaining learning management by Open Approach with SSCS model was higher than before obtaining learning management, and was higher than the 70 percent criterion at .01 level of significanc

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 1) และวัชรี กาญจน์กีรติ (2554, หน้า 23) ได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ ถือว่าเป็นวิชาที่สร้างสรรค์มนุษย์เกี่ยวกับความคิด ให้รู้จักคิดอย่างเป็นระบบ และมีเหตุผล เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนามนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 1) ที่กล่าวไว้ว่า "คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม”

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาคนเป็นอย่างมาก ที่ผ่านมาประเทศไทยให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าวิชาอื่น ๆ และมุ่งเน้นให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ แต่ปัจจุบันยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ยังคงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จาก รายงานโครงการ TIMSS 2011(Trends in International Mathematics and Science Study 2011) ซึ่งเป็นโครงการของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินสัมฤทธิผลทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA) ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (Grade 4) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประเทศที่เข้าร่วมโครงการ 45 ประเทศ และรัฐที่เข้าร่วมเปรียบเทียบอีก 4 รัฐ การประเมิน

ครอบคลุม 2 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาประกอบด้วย จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ข้อมูลและโอกาส 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความรู้ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ผลการประเมินพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 427 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ จากทั้งหมด 5 ระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 ก, หน้า 1, 13) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยมีความบกพร่องทั้งด้านเนื้อหา ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ประกอบกับรายงานโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) เพื่อประเมินว่านักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับได้รับความรู้และทักษะสำคัญหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคมปัจจุบันมากน้อยเพียงใด โดยมีสาระสำคัญในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในหมวดกระบวนการประกอบด้วย 1) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ คือทำสถานการณ์ในโลกชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา 3) การตีความและแปลความเพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์และดูความสอดคล้องกับปัญหาในบริบท เพื่อตอบปัญหาของโลกชีวิตจริง (สสวท., 2557, หน้า 13, 22) จุดสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามนิยามของ PISA คือ เน้นความสำคัญของการที่ต้องการให้เยาวชนพัฒนาสติปัญญาที่จะใช้คณิตศาสตร์ไปตามบริบทหรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนรู้มาจากโรงเรียน จากการนิยามดังกล่าวเห็นได้ชัดว่าการประเมินผลนี้เน้นคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ที่ชีวิตมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องด้วยตลอดเวลา (สสวท., 2557, หน้า 15) ผลการประเมินคณิตศาสตร์ใน PISA 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 427 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่มีคะแนนมาตรฐานอยู่ที่ 494 คะแนน และพบว่านักเรียนไทยกว่าครึ่งรู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐาน คือ ไม่ถึงระดับ 2 (สสวท., 2557, หน้า 185) จากทั้งหมด 6 ระดับ

จากที่กล่าวมาข้างต้นการที่จะทำข้อสอบ PISA ได้นั้นต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับ สุชาดา ปัทมวิภาต (2557, หน้า 36) ที่กล่าวว่าแบบทดสอบของ PISA นั้นเน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียน เอามาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง นักเรียนต้องสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่เกิดใกล้ตัวหรือในสังคมภายนอก โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากต้องคิดให้ได้ว่าคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นอย่างไร และแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ แล้วใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ จากนั้นจึงตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ไปสู่บริบทในชีวิตจริง จากการรายงานผล PISA แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยขาดความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ไม่สามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา รวมถึงไม่สามารถตีความ และแปลความเพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์และดูความสอดคล้องกับปัญหาในบริบท เพื่อตอบปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ ประกอบกับผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูที่สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อสอบถามถึงเนื้อหาที่เป็นปัญหาในด้านการจัดการเรียนการสอน ครูทุกท่านให้ความเห็นตรงกันว่า การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นเนื้อหาหนึ่งที่นักเรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้มากที่สุด เพราะการที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้นั้นต้องมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลาย เช่น อัตราส่วน ร้อยละ อัตราเร็ว เป็นต้น และเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ทำให้ยากต่อการวิเคราะห์และเชื่อมโยงสถานการณ์เพื่อแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่จึงไม่สามารถแก้ปัญหา และหาคำตอบได้ (มงคล แสนประเสริฐ, กัลยา โอสถผสม, สัมภาษณ์, 17 กรกฎาคม 2559) และเมื่อผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนกับกลุ่มทดลองพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 33.15 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 21.11 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก

จากปัญหาข้างต้นสาเหตุอาจมาจากหลายประการ แต่ในด้านคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูย่อมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากและส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของนักเรียน (บรรดล สุขปิติ, 2553, หน้า 16) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงควรต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงเนื่องจากครูส่วนใหญ่ยังชินกับวิธีการสอนแบบเดิม คือบรรยายและบอกเล่า ซึ่งเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น บางครั้งอาจเนื่องมาจากการจำกัดของเวลา ความซับซ้อนและปริมาณของเนื้อหาวิชาความไม่เคยชินกับการตั้งคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดออกมา (ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, 2544, หน้า 46) สอดคล้องกับ ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวิวรรณ ศรีคร้ามครัน (2556, หน้า 53) ที่กล่าวว่า วิธีการสอนของครูส่วนใหญ่ สอนแบบบรรยายโดยครูเป็นผู้บอกให้นักเรียนท่องจำ จากอดีตที่ผ่านมาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มุ่งหวังให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอน หรือกระบวนการที่ครูยกตัวอย่าง ซึ่ง

การที่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้นั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่ครูไม่ได้ฝึกให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ให้มากพอ ส่งผลให้มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555 ก, หน้า 1) จึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการนำไปใช้ หรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและมากพอ (อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 68)

ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวครูจะต้องหาวิธีการให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับชีวิตจริง ในการจัดการเรียนการสอนควรมีโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง หรืออาจระบุเรื่องให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนคิดว่าจะนำไปใช้กับชีวิตจริงได้อย่างไร ให้นักเรียนหาตัวอย่างสถานการณ์จำลองมาแก้ปัญหา หรือให้นักเรียนได้พบปัญหาจริง ๆ ก็ได้แล้วคิดว่าจะนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาได้อย่างไร และจะต้องมีกิจกรรมที่หลากหลาย เร้าความสนใจทำให้นักเรียนอยากคิด เช่น ฝึกให้คิดสองคน หรือคิดเป็นกลุ่ม เน้นให้คิดเป็นกระบวนการ แล้วจึงให้คิดเดี่ยว (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549 อ้างถึงใน วัชรี กาญจน์กีรติ, 2554 หน้า 23) ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับความรู้ความเข้าใจและการดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจในปัญหาด้วยการอ่านและคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อสำรวจและวางแผนในการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม ค้นหาคำตอบและการตรวจสอบความถูกต้อง ตลอดจนมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถามพิจารณาและขยายผลลัพธ์ที่ได้ รวมถึงสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม (Krulik and Rudnick, 1993, pp. 39-57) จะเห็นว่าการพัฒนาความสามารถการในแก้ปัญหา จะต้องอาศัยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงและกระตุ้นให้เกิดการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาควบคู่ไปกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นอีกหนึ่งวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้ยุทธวิธีที่เขาเองรู้สึกมั่นใจ และยังสามารถขยายแนวคิดได้หลากหลายมากขึ้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้มีการพัฒนาการคิด

ทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2552 ก, หน้า 67) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าถึงสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ตอบสนองต่อความสามารถและความสนใจที่แตกต่างกัน และสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สนับสนุนการสืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา (Nodha, 2000, pp. 46-47) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (Becker and Shimada,1997; Nodha, 2000; Inprasitha, 2011) ดังนี้ 1) นำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา 2) สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้คิดในแนวทางของการแก้ปัญหา 3) สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน 4) แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง และมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไปใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังเช่น ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดในระหว่างเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาค่อย ๆ พัฒนาขึ้น ในระยะสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองสามารถวางแผนกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาเองได้อย่างอิสระ และวาสุกรี ใจจันทร์ (2555) ได้ศึกษาลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 5 ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแบบเปิด ได้แก่ การเชื่อมโยงเชิงโมเดล การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงระหว่างสาระคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

เพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีระบบ และส่งเสริมกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา เชื่อมโยงแนวคิดและประสบการณ์ สร้างคำตอบด้วยตนเองและเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรมีการสอดแทรก

การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งการสอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กันทำให้ได้ตระหนักถึงกระบวนการมากกว่าคำตอบ (Chiappetta & Russell, 1982, pp. 85-93) และรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนการแก้ปัญหาหนึ่งที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาคิดอย่างมีเหตุผลและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูจะเป็นผู้นำเสนอปัญหา และคอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และค้นหาองค์ประกอบจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและคำตอบที่สมบูรณ์ (Pizzini, Shepardson, & Abell, 1989, p. 526) ส่งผลให้สภาพแวดล้อมในการเรียนเป็นไปในแนวทางที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาและการสื่อสารในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างนักเรียนกับครู หรือนักเรียนกับนักเรียน ส่งผลให้ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ได้เรียนรู้วิธีการที่หลากหลายอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (Pizzini et al., 1989, p. 531) ซึ่งรูปแบบ SSCS ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การค้นหาปัญหา (Search) เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในโจทย์ปัญหา และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ รวมถึงวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา 2) การแก้ปัญหา (Solve) เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา 3) การสร้างคำตอบ (Create) เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา มาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย และ 4) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด เป็นการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันในชั้นเรียน และมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำรูปแบบ SSCS ไปใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังเช่น เบญจวรรณ ภักดีพงษ์ (2557) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสันนิสา สมัยอยู่ (2554) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และรูปแบบ SSCS นั้นสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และรูปแบบ SSCS มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกันในเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ70

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ซึ่งครูหรือผู้สนใจสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระดับชั้นอื่น ๆ หรือในเนื้อหาสาระอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีการพัฒนาตนเองในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3. ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางและเป็นประโยชน์แก่นักวิจัยที่สนใจทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 367 คน จากทั้งหมด 11 ห้อง โดยผู้วิจัยได้ตัดห้องเรียนพิเศษออกจากกลุ่มประชากรเนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าห้องเรียนอื่นที่จัดแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นส่วนหนึ่งของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน
- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน
- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่
- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ
- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
- โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลา 15 คาบ ซึ่งแบ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จำนวน 12 คาบ การทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ใช้ข้อสอบ 2 ข้อ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 27.50 นาที และหลังเรียน 2 คาบ ใช้ข้อสอบ 6 ข้อ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 18.33 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นหลัก และสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาของรูปแบบ SSCS ในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงการนำเสนอและอภิปรายในชั้นเรียนและคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยการค้นหา (Search) ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำไปใช้แก้ปัญหา (Solve) โดยมีการวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินคำตอบเป็นกลุ่มย่อย โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา จากนั้นนำสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหามาเขียนบันทึกลงในสมุดหรือใบงานเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย (Create)

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียน จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด (Share) เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน และใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการนำความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ มาใช้ในการสร้างและประเมินคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งเป็นเกณฑ์ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 14)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา โดยการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ Becker and Shimada (1997), Nodha (2000) และ Inprasitha (2011) มาสังเคราะห์เพื่อใช้ในการวิจัย และเพื่อให้การแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นไปอย่างมีระบบ ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ SSCS ของ Pizzini et al. (1989) เข้ามาแทรกในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการนำเสนอและอภิปรายในชั้นเรียน โดยครูจะเป็นผู้นำเสนอปัญหา คอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงปัญหา และค้นหาองค์ประกอบจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและคำตอบ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Becker & Shimada, 1997; Nodha, 2000; Inprasitha, 2011)

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

การแก้ปัญหาตามรูปแบบ SSCS ของ Pizzini, Shepardson, and Abell (1989)

ขั้นที่ 1 การค้นหาปัญหา (Search: S) นักเรียนจะต้องค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในโจทย์ปัญหา และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve: S) นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การสร้างคำตอบ (Create: C) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา มาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) นักเรียนต้องมีการสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด เป็นการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

บูรณาการวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นหลักและใช้รูปแบบ SSCS แทรกในแต่ละขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

ขั้นที่ 1 **นำเสนอปัญหาปลายเปิด** ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยการค้นหา (Search) ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 **สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา** นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำไปใช้แก้ปัญหา (Solve) โดยมีการวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินคำตอบ เป็นกลุ่มย่อย โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา จากนั้นนำสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหามาเขียนบันทึกลงในสมุดหรือใบงานเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย (Create)

ขั้นที่ 3 **สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์** นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียน จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด (Share) เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน และใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

ขั้นที่ 4 **แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่** นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

    2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

    2.2 ปัญหาปลายเปิด

        2.2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด

        2.2.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิด

        2.2.3 การสร้างปัญหาปลายเปิด

    2.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

    2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

    2.5 จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

3. รูปแบบ SCSS

    3.1 ความเป็นมาของรูปแบบ SSCS

    3.2 บทบาทของผู้สอนในรูปแบบ SSCS

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

    5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

    5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

    5.3 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์

    5.4 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

    5.5 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.6 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.8 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

5.9 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.3 ประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

7.2 งานวิจัยที่ในประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นเพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรและจัดการเรียนการสอน กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 56-91) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

- จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง

- การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

- พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการ อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

- ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละระดับชั้น ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน

ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตร ได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
- สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและเส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติขิงรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translations) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้
- สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
- สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้
- สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้
- เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ
- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นคุณภาพผู้เรียนในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อมโยงความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเจาะจงและเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับวัดและประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน และสาระการเรียนรู้นั้นประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระ/ มาตรฐาน	**ตัวชี้วัด**	**สาระการเรียนรู้แกนกลาง**
สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p. 1) กล่าวว่า ในวิธีการแบบเปิดนั้นจะใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ได้มีวิธีการหรือคำตอบเพียงแนวทางเดียว และใช้ความหลากหลายของวิธีการในการแก้ปัญหานี้เพื่อให้นักเรียนหาประสบการณ์หรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ ทักษะ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552, หน้า 67) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่กิจกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับนักเรียนเปิดกว้างสำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ลัดดา ศิลาน้อย (2548, หน้า 25) ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการแบบเปิดตามทฤษฎีที่ใช้ในการสอนว่าเป็นกระบวนการจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด

จากการกล่าวถึงวิธีการแบบเปิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดนั้นหมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิด และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

ปัญหาปลายเปิด

ความหมายของปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p.1) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่หลากหลาย คำถามประเภทนี้มักพบได้ทั่วไปในชั้นเรียน เมื่อครูใช้ถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการ หรือค้นหาแนวทางการหาคำตอบของปัญหา

กรมวิชาการ (2545, หน้า 205) ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ หรือมีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบหรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546, หน้า 14) ได้ให้คำอธิบายว่า ปัญหาปลายเปิดมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา มีทั้งคำตอบที่หลากหลาย มีกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่นได้ ซึ่งลักษณะเด่นดังกล่าวนี่ทำให้ผู้เรียน ที่มีความสามารถแตกต่างกันในชั้นเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ตามความถนัดและความสนใจของตนเอง

จากความหมายของปัญหาปลายเปิดที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาที่มีคำตอบหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ประเภทของปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาได้จำแนกประเภทของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p. 27) แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ต้องค้นหาความสัมพันธ์ (Finding relation) เป็นปัญหาเพื่อให้หากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น “จงหาความสัมพันธ์ของกราฟและตารางต่อไปนี้”

2. ปัญหาที่ต้องจำแนกประเภท (Classifying) เป็นปัญหาเพื่อให้จำแนกลักษณะซึ่งอาจนำไปสู่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น “ให้ผู้เรียนจำแนกประเภทของรูปทรงที่กำหนดให้”

3. ปัญหาที่ต้องประเมิน (Measuring) เป็นปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนประเมินสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยการตัดสินใจและการคิดทางคณิตศาสตร์

Nohda (2000, pp. 43-45) ได้จำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาประเภทนี้จะมีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา โดยธรรมชาติของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วจะเป็นปัญหาปลายเปิดเสมอ แต่สิ่งที่เป็นปัญหาคือในโรงเรียนทั่วไปมักจะให้ความสำคัญกับคำตอบโดยไม่ได้เน้นด้านกระบวนการของปัญหา ด้วยแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมตามความสามารถและความสนใจและจากการอภิปรายร่วมกันจะทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

2. ผลลัพธ์เปิด (End products are open) ปัญหาประเภทนี้จะมีคำตอบที่หลากหลาย ผู้สอนจะคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนมองเห็นคำตอบที่เป็นกรณีทั่วไป

3. แนวทางการพัฒนาเปิด (Ways to develop are open) หลังจากที่ผู้เรียนแก้ปัญหาแล้วสามารถพัฒนาปัญหาใหม่ ๆ โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือใช้เหตุผลจากปัญหาเดิม

กรมวิชาการ (2545, หน้า 206-207) ได้เสนอปัญหาปลายเปิดไว้ 2 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ

2. ปัญหาที่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง

ลัดดา ศิลาน้อย (2548, หน้า 26) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. กระบวนการเปิด เป็นวิธีการที่ผู้สอนต้องใช้ความคิดหาวิธีการที่จะให้ผู้เรียนได้เปิดความคิดให้หลากหลาย เป็นการนำเสนอความคิดเห็นหรือการกำหนดปัญหาเพื่อกระตุ้นการคิดของเด็ก ในส่วนนี้ผู้เรียนจะมีคำตอบประเด็นปัญหาอย่างกว้างขวาง รวมทั้งมีแนวทางการแก้ปัญหาหรือมีการตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อค้นหาความชัดเจนของคำตอบ

2. ผลลัพธ์ของการเปิด จะมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ และคำตอบเหล่านั้นจะไม่มีคำตอบที่ผิด จะเป็นคำตอบที่ให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นให้เกิดความชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ หรือบางครั้งอาจจะเกิดการตั้งประเด็นปัญหาเพิ่มขึ้นเพื่อนำไปสู่คำตอบใหม่ที่เกิดความชัดเจนของคำตอบเดิม

3. แนวทางในการพัฒนาปัญหาปลายเปิด หลังจากการแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์และตอบประเด็นปัญหา หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ แล้วผู้เรียนสามารถพัฒนาปัญหาใหม่ด้วยการสร้างปัญหา กำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อความชัดเจนของสาระจากคำตอบด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรืออาศัยกรอบปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้เรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา”

จากการศึกษาประเภทของปัญหาปลายเปิดของนักการศึกษาจะเห็นว่าส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับจุดประสงค์ของปัญหา และมุ่งเน้นที่ความหลากหลายของคำตอบ และแนวคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหา ตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาปลายเปิดสำหรับใช้ในการวิจัยเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. กระบวนการเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

2. ผลลัพธ์เปิด (End products are open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ

การสร้างปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาได้เสนอแนะวิธีการสร้างปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997, pp. 28-31) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วเป็นเรื่องยากที่จะพัฒนาปัญหาปลายเปิดให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน แต่จากการทดลองซ้ำ ๆ และข้อผิดพลาดที่ได้พบ จึงขอให้ข้อเสนอแนะในการสร้างปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

1. เตรียมสถานการณ์เชิงกายภาพที่เกี่ยวกับปริมาณ ตัวแปร ที่สามารถสังเกตความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. เปลี่ยนจากการถามเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีบท อย่างเช่น “ถ้า P แล้ว Q” เป็น “ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่นักเรียนค้นพบมีอะไรบ้างโดยต้องระบุองค์ประกอบให้มีความชัดเจน”

3. การสอนทฤษฎีบทควรยกตัวอย่างที่สอดคล้องหลาย ๆ ตัวอย่าง จากนั้นให้ผู้เรียนคาดการณ์ด้วยตนเองจนนำไปสู่ทฤษฎี

4. แสดงลำดับ หรือตารางของข้อมูล และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

5. ใช้ตัวอย่างจริงหลาย ๆ กรณีให้เห็นภาพแนวคิด และให้ผู้เรียนอธิบายลักษณะที่มีร่วมกันของตัวอย่าง

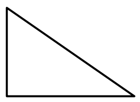
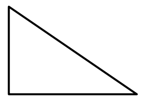
6. แสดงตัวอย่างแบบฝึกหัด หรือปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาและหาคุณสมบัติที่มีร่วมกันของปัญหาเท่าที่สามารถสังเกตได้

7. แสดงสถานการณ์กึ่งคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน และใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนอธิบายวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

8. แสดงตัวอย่างที่บ่งบอกถึงโครงสร้างทางพีชคณิต เช่นโครงสร้างของกลุ่ม ข้อมูลที่ง่ายต่อการพิจารณา และให้ผู้เรียนค้นหากฎเกณฑ์ที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์

Daniels and Anglileri (1995, pp. 32-34 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 28) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาปลายปิดที่มีคำตอบและวิธีการหาคำตอบอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถพัฒนาเป็นปัญหาปลายเปิดโดยใช้วิธีการ เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การย้ายคำถาม การเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในปัญหา ดังตัวอย่างในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์

ปัญหาปลายปิด	**ปรับขยายเป็นปัญหาปลายเปิด**
1. (2 + 6) – 3 = [ ]	สร้างจำนวนใดได้บ้างจาก 2, 3 และ 6
2. 3 X 5 = [ ]	จงสร้างคำถามที่มีคำตอบเป็น 15
3. จงหาจำนวนต่อไปของลำดับ 1, 2, 4, …	จงอธิบายว่าจำนวนต่อไปของลำดับ 1, 2, 4, … ควรจะเป็นจำนวนใด
4. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 8  12	จงสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมรูปนี้ 8  12
5. เราเรียกรูปที่มี 5 ด้านว่ารูปอะไร	เราสามารถสร้างรูปเรขาคณิตอะไรได้บ้างจากส่วนของเส้นตรง 5 เส้น
6. จงเขียนกราฟของ 1) y = 3x + 5 2) y = 2x - 1 3) y = 7 – x	จงสำรวจศึกษากราฟของ y = ax + b สำหรับค่าต่าง ๆ ของ a และ b
7. มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละ 3 ตัว จัดได้กี่ถุง	มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละเท่า ๆ กัน ได้กี่ถุง ถุงละกี่ตัว

สุชาติ ฉัตรเจต (ม.ป.ป.) ได้ยกตัวอย่างการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์จากปัญหาปลายปิด ไว้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างการสร้างปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์

ปัญหาปลายปิด	ปรับขยายเป็นปัญหาปลายเปิด
1. ค่าเฉลี่ยของ 3, 6, 9, 10 เท่ากับเท่าไร	ถ้าค่าเฉลี่ยของจำนวน 4 จำนวนเท่ากับ 7 จำนวนเหล่านั้นคืออะไร
2. สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้าง 10เมตรและมีความยาว 15 เมตรถ้าต้องการปลูกต้นไม้จะมีพื้นที่ในการปลูกทั้งหมดเท่าไร	สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ในการปลูกต้นไม้ทั้งหมด150 ตารางเมตรจะมีความกว้างและความยาวเท่ากับเท่าไร
3. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีพื้นที่ 150ตารางเซนติเมตร มีฐานยาว 10ซม. จะมีความสูงเท่าไร	รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งจะมีความยาวฐานและความสูงเท่ากับเท่าไรถ้ารูปสามเหลี่ยมนี้มีพื้นที่เท่ากับ150 ตารางเซนติเมตร
4. จงแก้สมการ 4x – 1 = 3	จงยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1
5. แดงมีอายุเป็นสองเท่าของดำถ้าแดงอายุ 7 ปีดำอายุเท่าไร	แดงและดำอายุเท่าไรถ้าอายุของแดงรวมกับดำเท่ากับ 14 ปี
6. เขียวมีเหรียญ 50 สตางค์ 150เหรียญมีเหรียญ 25 สตางค์ 540 เหรียญเขียวมีเงินทั้งหมดกี่บาท	เขียวมีเงิน 210 บาทจะนำไปแลกเหรียญ 50 สตางค์และเหรียญ 25 สตางค์ ได้กี่เหรียญ
7. รูปสามเหลี่ยม ABC มีมุม A = 40° มุม B = 80° จงหามุมC	มุม A, B และ C เท่ากับเท่าไรถ้ารูปสามเหลี่ยม ABC มีมุมภายในเท่ากับ 180°
8. ราคาเนื้อหมูในตลาดสด A ราคากิโลกรัมละ 80 บาทถ้าแม่ต้องการเนื้อหมู 5 กิโลกรัมแม่จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดกี่บาท	จงหาจำนวน 2 จำนวนที่คูณกันแล้วเท่ากับ 400
9. คุณแม่จะจ่ายเงินประจำสัปดาห์ให้ส้มทุกเช้าวันจันทร์ เป็นเงิน 250 บาทโดยจ่ายเป็นธนบัตรใบละ 20 บาทและธนบัตรใบละ 50 บาทถ้าส้มนับธนบัตรได้ทั้งหมด 7 ใบอยาก	คุณแม่จ่ายเงินประจำสัปดาห์ให้ส้มทุกเช้าวันจันทร์เป็นเงิน 250 บาทส้มจะได้รับธนบัตรใบละ 20 บาทและธนบัตรใบละ 50 บาทอย่างละกี่ใบ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ปัญหาปลายปิด	ปรับขยายเป็นปัญหาปลายเปิด
ทราบว่าส้มได้รับธนบัตรใบละ 20 บาทและธนบัตรใบละ50 บาทอย่างละกี่ใบ	
10. จงหาค่าของ $\log_7 343$	จงยกตัวอย่างลอการิทึมที่มีค่าเท่ากับ 3

จากการศึกษาวิธีการในการสร้างโจทย์ปัญหาปลายเปิดของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาปลายเปิดสร้างได้จากปัญหาปลายปิด โดยการตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การเปลี่ยนคำถามจากการถามเพื่อการพิสูจน์เป็นการถามเพื่อหาความสัมพันธ์ หรือการเพิ่มข้อมูลที่เกินความจำเป็น โดยสถานการณ์และจุดประสงค์ยังคงเดิม แต่นำมาเสนอในแง่มุมใหม่ ๆ การเตรียมสถานการณ์ที่สามารถสังเกตความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ การยกตัวอย่างที่สอดคล้องหลาย ๆ ตัวอย่าง

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

เมื่อกล่าวถึงการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไปครูได้รับการคาดหวังว่ามีหน้าที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจ รวมทั้งมีหน้าที่ขยายความเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ได้มากที่สุด เพื่อหวังให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ แต่การสอนดังกล่าวซึ่งดำเนินไปตามแนวทางแบบเดิมของครูไม่สามารถเปิดใจของนักเรียนได้ ถึงแม้ว่ากระบวนการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์จะน่าสนใจอย่างยิ่งในเชิงคณิตศาสตร์ แต่ในทางตรงกันข้าม การสอนที่ชื่นชมแนวคิดของนักเรียนมากเกินไปก็ไม่สามารถนำไปสู่กิจกรรมที่มีคุณภาพทางคณิตศาสตร์ และในที่สุดก็ไม่สามารถทำให้นักเรียนเปิดใจต่อคณิตศาสตร์ได้ และได้กล่าวถึงแนวคิดของวิธีการแบบเปิดไว้ 3 ประเด็น คือ 1) การเปิดใจต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Opening up the hearts of Student toward mathematics) 2) การเปิดและชนิดของปัญหา (Openness and types of problems) 3) การประเมินคำตอบของนักเรียน (Evaluation of students' responses) (Nohda, 2000, pp. 41-46) ดังนั้นบทบาทของครูในการสอนนั้นจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเปิดใจรับคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไว้ ดังนี้

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 4) กล่าวว่า ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เปิดโอกาส

ให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น โดยอาศัยการชี้แนะของครูนอกจากนี้ ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเอง เพื่อขยายต่อกิจกรรมในเชิงคณิตศาสตร์ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ

สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 25) กล่าวว่าครูต้องทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูกระตุ้นและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ (Nohda, 2000, pp. 41-42; ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 4; สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 25)

1. การจัดการเรียนรู้ต้องตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระของนักเรียน นั่นคือจะต้องพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2. มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นระบบ เป็นทฤษฎี มีหลักการ

3. สัมพันธ์กับการตัดสินใจของครูผู้สอน เมื่อนักเรียนมีแนวคิดที่ครูไม่ได้คาดคิดมาก่อน ครูจะต้องไม่มองข้าม และพยายามทำให้นักเรียนคนอื่นเข้าใจได้

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสรุปได้ว่าครูต้องทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน เปิดใจนักเรียนต่อคณิตศาสตร์ ให้อิสระในการคิด สนับสนุนหรือชี้แนะให้เกิดการคิดอย่างมีหลักการ เป็นระบบ และเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจากนักการศึกษา ดังนี้

Becker and Shimada (1997, pp. 33-34) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหา (Posing the problem) เมื่อมีการนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน มักจะใช้คำถาม เช่น คุณสามารถหาอะไรได้บ้าง (ความสัมพันธ์, กฎ, วิธีการ อื่น ๆ) คำถามดังกล่าวอาจทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและสับสนบางอย่างในช่วงแรก เพราะเป็นสิ่งที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ในวิชาคณิตศาสตร์ หรือในการตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว การที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากขึ้นจึงต้องใช้วิธีการดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนมุ่งเน้นไปที่ปัญหาเดียวกันโดยการใช้เครื่องฉาย แสดงปัญหาบนหน้าจอ

หรือแสดงปัญหาบนกระดาน

2. เพิ่มตัวอย่างที่เป็นลักษณะทั่วไปมากขึ้น โดยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย หรือแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมเพิ่มเติม นอกเหนือจากคำสั่งของปัญหา

3. ยกตัวอย่างที่ไม่จำกัดรูปแบบการคิดเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน

4. ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เป็นรูปธรรม เช่น แบบจำลอง

ขั้นที่ 2 จัดการเรียนการสอน (Organizing the teaching) ในวิธีการแบบเปิดจะต้องให้ความสำคัญกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละบุคคล ครูจะต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งที่จะไม่ชี้นำความคิดของนักเรียน รูปแบบการสอนนี้ปกติแล้วเกิดจากองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ a) การทำงานของแต่ละคน b) การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

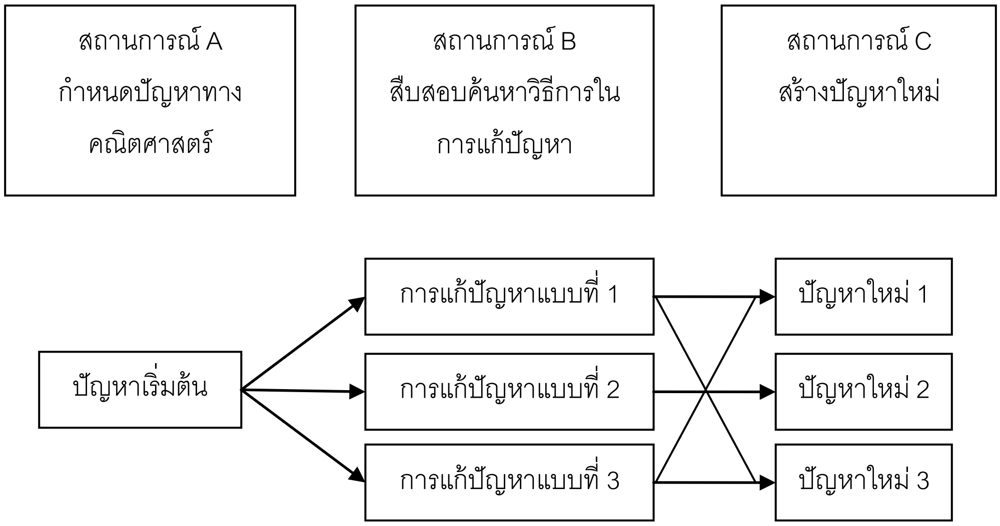
เนื่องจากไม่ได้ค้นหาการแก้ปัญหารูปแบบเดียว จึงคาดหวังว่าในกระบวนการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ที่เกิดขึ้นและการอภิปรายในชั้นเรียนจะเป็นแนวทางสำคัญเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 บันทึกคำตอบของนักเรียน (Recording students' responses) สิ่งสำคัญจะต้องมีการเขียนแสดงแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลและกลุ่ม โดยการใช้สมุดบันทึกหรือใบงาน ซึ่งจะสามารถนำมาประเมินได้ในภายหลัง

กิจกรรมในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อบทเรียน ครูควรระบุนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มเติมหรือข้อเสนอแนะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในแนวทางของปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 สรุปการเรียนรู้ของนักเรียน (Summarizing students have learned) ครูหรือนักเรียนเขียนแสดงการทำงานของแต่ละบุคคลหรือกลุ่ม รวมถึงข้อเสนอทั้งหมดของนักเรียนบนกระดาน แม้ว่าแนวความคิดของบางคนอาจจะซ้ำหรือคล้ายกับคนอื่น นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนเพื่อยืนยันว่า แนวคิดของพวกเขามีความสอดคล้องหรือสามารถรวมเข้าเป็นแนวคิดเดียวกัน บางครั้งเมื่อนักเรียนเสนอบางอย่างที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรแสดงออกในเชิงบวกและปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับแนวคิดอื่น ๆ

Nodha (2000, pp. 42-43) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ไว้ว่าโดยทั่วไปแล้วประกอบด้วย 3 สถานการณ์ ดังภาพที่ 2-1



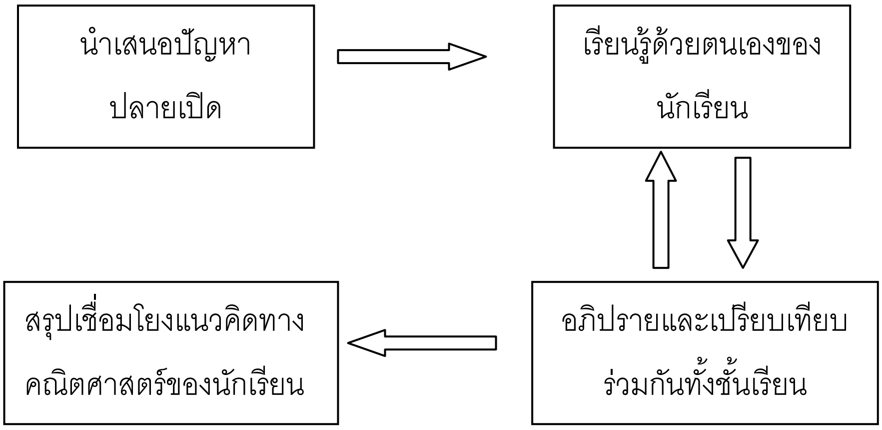
ภาพที่ 2-1 สถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Nohda, 2000, p. 42)

สถานการณ์ A กำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Formulating a problem mathematically) ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ หรือปัญหาเริ่มต้น และนักเรียนจะนำไปเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตัวนักเรียนเองโดยการตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนรู้

สถานการณ์ B สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา (Investigating various approach to the formulated problem) นักเรียนต้องค้นหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม ครูต้องชี้แนะให้เกิดการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์และเชื่อมโยงวิธีการที่หลากหลายที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อรวบรวมไปสู่องค์ความรู้

สถานการณ์ C สร้างปัญหาใหม่ (Posing advanced problems) นักเรียนสร้างปัญหาที่เป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากสถานการณ์ B จากการแก้ปัญหาเหล่านี้คาดว่านักเรียนจะสามารถค้นพบวิธีแก้ปัญหาที่เป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น

Inprasitha (2011, pp. 57-59) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไว้ 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด (Inprasitha, 2011, p. 57)

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เมื่อครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน นักเรียนจะถูกตั้งคำถามว่า “นักเรียนค้นพบคุณสมบัติ (ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ) อะไรบ้าง” ในระยะแรกนักเรียนบางคนอาจเกิดความสับสนเพราะไม่คุ้นเคยกับการใช้คำว่า ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ ในการตอบปัญหา เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ครูอาจจะช่วยเหลือ ดังนี้

- กระตุ้นให้พิจารณาประเด็นเดียวกันโดยใช้จอโปรเจคเตอร์ หรือบนกระดาน
- เพิ่มข้อมูลในกรณีทั่ว ๆ ไป โดยใช้ตัวอย่างที่หลากหลาย แสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรม
- ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดการคิดของนักเรียน
- สร้างสื่อรูปธรรม

ขั้นที่ 2 เรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students’ self learning) ในวิธีการแบบเปิดจะต้องให้ความสำคัญกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละบุคคล ครูจะต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งที่จะไม่ชี้นำความคิดของนักเรียนทุกคน แต่ต้องปรับข้อเสนอแนะให้เข้ากับความคิดของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง รูปแบบการสอนนี้ปกติแล้วเกิดจากองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ 1) การทำงานของแต่ละคน 2) การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

เนื่องจากไม่ได้ค้นหาการแก้ปัญหารูปแบบเดียว สิ่งสำคัญคือการทำให้กระบวนการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ที่เกิดขึ้นและการอภิปรายในชั้นเรียนจะเป็นแนวทางสำคัญเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 อภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) การเขียนแสดงแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลและกลุ่ม โดยการใช้สมุดบันทึก หรือใบงาน ซึ่งจะสามารถนำมามาประเมินได้ในภายหลัง

กิจกรรมในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อบทเรียน ครูควรจำแนกนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มเติมหรือข้อเสนอแนะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่ครูเดินเพื่อดูรายละเอียดการทำงาน ถ้ามีเวลามากพอควรให้นักเรียนทำงานให้เรียบร้อย

ขั้นที่ 4 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) นักเรียนหรือครูเขียนแสดงการทำงานของแต่ละบุคคลหรือกลุ่ม รวมถึงข้อเสนอทั้งหมดของนักเรียนบนกระดาน แม้ว่าแนวความคิดของบางคนอาจจะซ้ำหรือคล้ายกับคนอื่น นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนเพื่อยืนยันว่า แนวคิดของพวกเขามีความสอดคล้องหรือสามารถรวมเข้าเป็นแนวคิดเดียวกัน บางครั้งเมื่อนักเรียนเสนอบางอย่างที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรแสดงออกในเชิงบวกและปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับแนวคิดอื่น ๆ

เมื่อนักเรียนมากเกินกว่าที่จะสามารถสรุปได้ ครูควรมุ่งเน้นไปที่ประเด็นหลัก และนำเข้าสู่ข้อสรุป ดังนั้นในขณะที่นักเรียนตอบสนองต่อการผสมผสานและการปรับเปลี่ยน ครูควรรวบรวมและจัดเรียงตามลำดับเฉพาะจุดของบทสรุป เพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องในบทเรียนต่อไป

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ขั้นตอนสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

Becker and Shimada (1997)	Nodha (2000)	Inprasitha (2011)	**ผู้วิจัย**
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหา (Posing the problem) ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ใช้คำถามเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ อื่น ๆ และช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น แสดงปัญหาบนกระดาน ใช้เครื่องฉาย เพิ่มตัวอย่างที่เป็นลักษณะทั่วไปมากขึ้น ยกตัวอย่างที่ไม่จำกัดรูปแบบการคิดเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน	**ขั้นที่** 1 กำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Formulating a problem mathematically) ครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปเป็นปัญหาของตนเอง	**ขั้นที่** 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ใช้คำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ อื่น ๆ และช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น แสดงปัญหาบนกระดาน ใช้เครื่องฉาย เพิ่มตัวอย่างที่เป็นลักษณะทั่วไปมากขึ้น ยกตัวอย่างที่ไม่จำกัดรูปแบบการคิดเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน	**ขั้นที่** 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นที่ 2 จัดการเรียนการสอน (Organizing the Teaching) นักเรียนแต่ละคน หรือกลุ่มแสดงแนวคิดของตนเองโดยการตอบคำถามหรือเขียนแสดง เพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นครูต้องกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	**ขั้นที่** 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา (Investigating various approach to the formulated problem) นักเรียนค้นหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้แลประสบการณ์เดิม ครูต้องชี้แนะให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน	**ขั้นที่** 2 เรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' self learning) นักเรียนแต่ละคน หรือกลุ่มแสดงแนวคิดของตนเองโดยการตอบคำถามหรือเขียนแสดง เพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นครูต้องกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	**ขั้นที่** 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Becker and Shimada (1997)	Nodha (2000)	Inprasitha (2011)	**ผู้วิจัย**
ขั้นที่ 3 บันทึกคำตอบของนักเรียน (Recording students' responses) นักเรียนจะต้องมีการเขียนแสดงแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง และกลุ่ม โดยการใช้สมุดบันทึก หรือใบงาน ครูจะต้องระบุนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มเติมหรือข้อเสนอแนะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในแนวทางของปัญหาที่เกิดขึ้น	และเชื่อมโยงแนวคิดที่หลากหลายที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	**ขั้นที่** 3 อภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) นักเรียนจะต้องมีการเขียนแสดงแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง และกลุ่ม โดยการใช้สมุดบันทึก หรือใบงาน ครูจะต้องระบุนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มเติมหรือข้อเสนอแนะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในแนวทางของปัญหาที่เกิดขึ้น	แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 สรุปการเรียนรู้ของนักเรียน (Summarizing students have learned) ครูเขียนแสดงแนวคิดของนักเรียนแต่ละบุคคลหรือกลุ่ม รวมถึงข้อเสนอทั้งหมดของนักเรียนบนกระดาน เมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดมากเกินกว่าที่จะสามารถสรุปได้ ครูควรมุ่งเน้นไปที่ประเด็นหลักและนำเข้าสู่ข้อสรุป ดังนั้นในขณะที่นักเรียนตอบสนองต่อการผสมผสาน		**ขั้นที่** 4 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) ครูเขียนแสดงแนวคิดของนักเรียนแต่ละบุคคลหรือกลุ่ม รวมถึงข้อเสนอทั้งหมดของนักเรียนบนกระดาน เมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดมากเกินกว่าที่จะสามารถสรุปได้ ครูควรมุ่งเน้นไปที่ประเด็นหลักและนำเข้าสู่ข้อสรุป ดังนั้นในขณะที่	**ขั้นที่** 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Becker and Shimada (1997)	Nodha (2000)	Inprasitha (2011)	**ผู้วิจัย**
และการปรับเปลี่ยน ครูควรรวบรวมและจัดเรียงตามลำดับเฉพาะจุดของบทสรุปเพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง		นักเรียนตอบสนองต่อการผสมผสานและการปรับเปลี่ยน ครูควรรวบรวมและจัดเรียงตามลำดับเฉพาะจุดของบทสรุป	
	ขั้นที่ 3 สร้างปัญหาใหม่ (Posing advanced problems) นักเรียนสร้างและแก้ปัญหาที่เป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากขั้นที่ 2		**ขั้นที่** 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

จากตารางที่ 2-4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิด และอภิปรายร่วมกัน เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิด และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงจุดเด่นของวิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้

Becker and Shimada (1997, pp. 23-24) กล่าวถึงจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไว้ 5 ข้อดังนี้

1) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์

3) นักเรียนที่มีความสามารถน้อยก็สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

4) นักเรียนมีแรงจูงใจในการพิสูจน์

5) นักเรียนมีความสุขกับการค้นพบ และได้รับการยอมรับจากเพื่อนในชั้นเรียน

Nodha (2000, pp. 46-47) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าถึงสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ตอบสนองต่อความสามารถและความสนใจที่แตกต่างกัน และสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สนับสนุนการสืบสอบค้นหา

วิธีการในการแก้ปัญหา และการสร้างปัญหาด้วยตนเอง จากกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนจะได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และได้เรียนรู้พื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น แนวทางการคิดทางคณิตศาสตร์ ความเชื่อ ความรู้ของการตระหนักคิด (Meta-knowledge) ว่า "จะเรียนรู้ได้อย่างไร"

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552 ก, หน้า 67) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนทุกคนสามารถแสดงออกเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เปิดโอกาสให้พวกเขาได้ค้นคว้าด้วยยุทธวิธีที่เขาเองรู้สึกมั่นใจ และยังทำให้มีความเป็นไปได้ในการขยายแง่มุมได้หลากหลายมากขึ้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้มีการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งการสนับสนุนกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคน "Open approach" เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่กิจกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับนักเรียนเปิดกว้างสำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546, หน้า 3) กล่าวถึงการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนว่า สถานการณ์ปัญหาในลักษณะนี้จะสามารถดึงเอากระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาจากนักเรียนได้มาก และสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบสูตร กฎ และหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง และยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาตนเองในด้านคุณลักษณะของความเป็นมนุษย์และสติปัญญาทางด้านคณิตศาสตร์ ในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลากหลาย

จากการศึกษาจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สรุปได้ว่า วิธีการแบบเปิดนั้นทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแสดงความคิดเห็น มีแรงจูงใจในการค้นพบ ได้รับการยอมรับจากเพื่อนในชั้นเรียน สามารถแก้ปัญหาได้ในวิธีการของตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล สามารถดึงเอาศักยภาพ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาได้เป็นอย่างดี

รูปแบบ SSCS

ความเป็นมาของรูปแบบ SSCS

การสอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อลำดับขั้นตอนทางความคิดของนักเรียน ดังนั้นผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับการเลือกรูปแบบการแก้ปัญหา ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่ง Pizzini, Shepardson และ Abell ได้เห็นถึงความสำคัญดังกล่าวจึงได้

พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาขึ้นโดยการนำรูปแบบการสอน Creative Problem Solving (CPS) ของ Parnes (1967 cited in Pizzini et al., 1989, p. 526) และ Osborn's (1963 cited in Pizzini et al., 1989, p. 526) และรูปแบบ IDEALที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Bransford และ Stein's (1984 cited in Pizzini et al., 1989, p. 526) มาสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นรูปแบบการแก้ปัญหา SSCS ซึ่งงานดังกล่าวได้รับทุนสนับสนุนจาก มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFS) ที่ศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยไอโอวา (Pizzini et al., 1989, p. 526) ซึ่งผู้วิจัยจะขออธิบายถึงการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL โดยสรุปไว้ดังนี้

การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ CPS

CPS หรือรูปแบบการแก้ปัญหา Osborn-Parnes เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นโดย ออสบอร์น และพาร์นส์ (Osborn and Parnes) (Mitchell & Kowalik, 1999, p. 4) โดยให้นิยามคำต่าง ๆ ไว้ดังนี้

Creative หมายถึง แนวคิดที่มีความใหม่ หรือมีเอกลักษณ์เฉพาะ ที่มีอย่างน้อยหนึ่งคนที่สามารถสร้างสรรค์คำตอบที่มีคุณค่าและมีความหมาย

Problem หมายถึง สถานการณ์ใด ๆ ที่ทำให้เกิดความท้าทาย เปิดโอกาส หรือทำให้คิด

Solving หมายถึง แนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบหรือการแก้ปัญหา

ดังนั้น CPS เป็นกระบวนการ วิธีการ หรือระบบที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การค้นหาสถานการณ์ปัญหา (Mess finding/ Situation) เป็นขั้นตอนการระบุสถานการณ์ ซึ่งนำเสนอความท้าทาย โอกาส หรือ ทำให้คิด การกระทำบางสิ่งบางอย่าง วัตถุประสงค์ที่ต้องการจะบรรลุ

2. การค้นหาข้อมูล (Data finding/ Fact finding) เป็นขั้นตอนการระบุข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา

3. การค้นหาปัญหา (Problem finding) เป็นขั้นตอนการระบุขอบเขตที่เป็นไปได้ และแยกแยะปัญหา เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากสถานการณ์ที่ค้นพบ

4. การค้นหาแนวคิด (Idea finding) เป็นขั้นตอนการระบุวิธีการที่นำไปสู่การแก้ปัญหาให้มากที่สุด

5. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (Solution finding) เป็นขั้นตอนการค้นหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

6. การค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance finding) เป็นขั้นตอนการทำให้วิธีการนั้นได้รับการยอมรับ เช่นการใช้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

แม้ว่า CPS จะใช้ได้ดีในการเรียนการสอนรายบุคคล แต่จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิด แล้วนำแนวความคิดที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหา

การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ IDEAL

IDEAL (Identify: I, Define: D, Explore: E, Act: A and Look: L) ถูกพัฒนาขึ้นโดยแบร็นส์ฟอร์ด และสไตน์ (Bransford & Stein, 1984 cited in Pizzini et al., 1989, p. 526) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identifying the problem) เป็นขั้นตอนการค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อระบุสิ่งที่เป็นปัญหา

2. การนิยามและนำเสนอปัญหา (Defining and representing the problem) เป็นขั้นตอนการตีความหมายเพื่อกำหนดรายละเอียดของปัญหา

3. การค้นหากลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Exploring alternative strategies) เป็นขั้นตอนของการเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. การปฏิบัติตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Acting on the strategies) เป็นขั้นตอนของการลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกไว้

5. การมองย้อนกลับและประเมินผล (Looking back and evaluating the effects) เป็นขั้นตอนสำรวจตรวจสอบ และการประเมินผลของคำตอบที่ได้

จากกระบวนการแก้ปัญหาของทั้ง 2 รูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น Pizzini et al. (1989, p. 526) จึงสังเคราะห์รูปแบบการแก้ปัญหาใหม่ขึ้น เพื่อให้ขั้นตอนมีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสมกับระดับประถมศึกษาตอนปลายและระดับมัธยมศึกษา โดยการปรับให้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน ที่เรียกว่าการสอนการแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบ SSCS (Search: S, Solve: S, Create: C and Share: S) ซึ่งได้นำเสนอความสัมพันธ์ของทั้ง 3 รูปแบบไว้ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ความสัมพันธ์ของรูปแบบการสอนการแก้ปัญหา SSCS, IDEAL และ CPS

รูปแบบการสอนการแก้ปัญหา			**คำถาม/ ภารกิจ/ แนวทาง (Questions/ tasks/ approaches)**	**กระบวนการ (Processes)**
SSCS	IDEAL	CPS		
การค้นหาปัญหา (Search)	การระบุปัญหา (Identifying the problem)	การค้นหาสถานการณ์ การค้นหาข้อมูล (Situation/ Data finding/ Fact finding)	- ตระหนักถึงปัญหาโดยใช้คำถาม อะไร ใคร เมื่อไหร่ ที่ไหน อย่างไร - หาข้อมูลเพิ่มเติม - อะไรคือสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ - อะไรที่สามารถหาได้	- การระดมความคิด - การสังเกต - การวิเคราะห์ - การจำแนกแยกแยะ - การให้ความหมาย - การตั้งคำถาม - การค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง - การสืบเสาะ
	การนิยามและนำเสนอปัญหา (Defining and representing the problem)	การค้นหาปัญหา (Problem finding)	- ทำรายการปัญหา/ ความคิดเห็นจากสถานการณ์ - ค้นหาวิธีการที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ - แสดงให้เห็นถึงปัญหา	- การระดมความคิด - การตั้งสมมติฐาน - การคาดคะเน - การประเมิน - การทดสอบ - การตั้งคำถาม
	การค้นหากลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Exploring	การค้นหาแนวคิด (Idea finding)	- เขียนวิธีการ หรือความคิดเห็นในการแก้ปัญหา	การระดมความคิด

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

รูปแบบการสอนการแก้ปัญหา			คำถาม/ ภารกิจ/ แนวทาง (Questions/ tasks/ approaches)	กระบวนการ (processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
	alternative strategies)			- การหาจุดสำคัญ - การสืบเสาะ - การเปรียบเทียบ - การรวบรวม - การวิเคราะห์
การแก้ปัญหา (Solve)	การปฏิบัติตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Acting on the strategies)	การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (Solution finding	- การวางแผน - การปฏิบัติตามแผน	- การตัดสินใจ - การนิยาม - การคิดริเริ่ม - การออกแบบ - ประยุกต์ใช้ - การสังเคราะห์ - การทดสอบ - การปรับปรุง
การสร้างคำตอบ (Create)	การมองย้อนกลับและประเมินผล (Looking back and evaluating the effects)	การค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance finding)	- สร้างกระบวนการ แนวความคิด และประเมินกระบวนการต่าง ๆ หรือประเมินคำตอบ - จัดกระทำข้อมูลหรือแนวคิดให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย	- การยอมรับ - การปฏิเสธ - ปรับปรุง - การปรับเปลี่ยน - การทำให้สมบูรณ์ - การสื่อสาร - การแสดงออก
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น			- การสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์	- การประเมิน

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

รูปแบบการสอนการแก้ปัญหา			คำถาม/ ภารกิจ/ แนวทาง (Questions/ tasks/ approaches)	กระบวนการ (processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
(Share)			- การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น - การให้ข้อมูลย้อนกลับประเมินคำตอบหรือแนวทางการแก้ไข	- การบอกกล่าวให้ทราบ - การแสดงผล - การรายงานผล - การพูดคุยกัน การตั้งคำถาม - การทบทวน - การแก้ไข

จากตารางที่ 2-5 ได้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการสอนการแก้ปัญหา SSCS, IDEAL และ CPS ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนั้นมีจุดที่สอดคล้องกันดังนี้

1) การส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาและระบุสถานการณ์ของปัญหา เพื่อกำหนดกรอบและองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา

2) การส่งเสริมให้ผู้เรียนดำเนินการวางแผนและปฏิบัติตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

3) การส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินและตรวจสอบมองย้อนกลับไปยังคำตอบและกระบวนการต่าง ๆ

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ IDEAL คือเมื่อสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหาแล้วมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมองย้อนกลับถึงกระบวนการการได้มาซึ่งคำตอบ และการประเมินคำตอบ

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ CPS คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นหาแนวทางต่าง ๆ ที่สามารถยอมรับได้ เช่นการแสดงเหตุผลประกอบเพื่อสนับสนุนแนวความคิด กระบวนการและคำตอบ

การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์คำตอบจากการแก้ปัญหา โดยในขั้นการแก้ปัญหา (Solve) มุ่งเน้นให้ผู้เรียน

ค้นหาวิธีการ และดำเนินการเพื่อนำไปสู่คำตอบ ขั้นการสร้างคำตอบ (Create) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้เพื่อสนับสนุน ประเมินคำตอบและกระบวนการ และในขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) ผู้เรียนจะได้ทราบ ข้อมูล กระบวนการ คำตอบ จากเพื่อนร่วมชั้นส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและองค์ความรู้ที่กว้างขึ้น เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับและประเมินคำตอบหรือแนวทางแก้ไข

รูปแบบ SSCS มีขั้นตอนน้อยกว่า IDEAL และ CPS แต่ในแต่ละขั้นของรูปแบบ SSCS นั้นช่วยให้กระบวนการแก้ปัญหามีความรัดกุมมากขึ้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา คิดอย่างมีเหตุผลและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอปัญหาและคอยกระตุ้นผู้เรียนให้คิดถึงปัญหา และค้นหาองค์ประกอบจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและคำตอบที่สมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

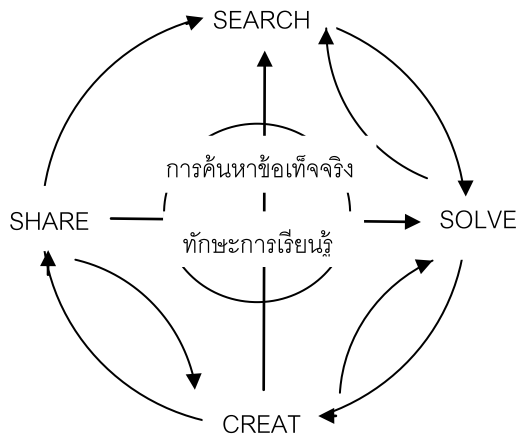
ขั้นที่ 1 การค้นหาปัญหา (Search: S) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve: S) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบ

ขั้นที่ 3 การสร้างคำตอบ (Create: C) เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา มาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล และวิธีการในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นขั้นตอนของรูปแบบ SSCS นั้นมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ซึ่ง Pizzini et al. (1989, p. 527) ได้เสนอวัฏจักรของรูปแบบการสอน SSCS ไว้ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 วัฏจักรการแก้ปัญหาของรูปแบบ SSCS (Pizzini et al., 1989, p. 527)

บทบาทของผู้สอนในรูปแบบ SSCS

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS นั้น ผู้สอนจะมีบทบาทหน้าที่ในการให้ความช่วยเหลือในกระบวนการเรียนการสอน คอสต้าและคณะ และออสบอร์น และเฟรย์เบิร์ก (Casta et al., 1985; Osborn & Freyberg cited in Pizzini et al., 1989, p.531)

Pizzini et al. (1989, pp. 528-529) ได้กล่าวถึงหลักการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนเน้นพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยเชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ในการสอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนผู้สอนต้องคอยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาผู้สอนจะต้องช่วยเหลือเพื่อให้ผู้เรียนมีการการพัฒนากลยุทธ์ที่ใช้และดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. ผู้สอนจะต้องชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดหากผู้เรียนดำเนินการผิดพลาดในทุกขั้นตอนการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนจะต้องคอยชี้ให้ผู้เรียนเห็นว่าสมมติฐานของผู้เรียนเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่

5. ผู้สอนจะต้องให้เวลา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มความสามารถ และเสนอบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 พฤติกรรมของผู้สอนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS

การค้นหาปัญหา (Search)	**การแก้ปัญหา** (Solve)	**การสร้างคำตอบ** (Create)	**การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น** (Share)
ให้การช่วยเหลือในการระบุปัญหา	ให้การช่วยเหลือในการระบุปัญหา	ให้การช่วยเหลือในการระบุปัญหา	ให้การช่วยเหลือในการระบุปัญหา
	ระบุข้อผิดพลาดในการคิดของผู้เรียนอย่างมีเหตุผล		
	กระตุ้นผู้เรียนด้วยการให้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในปัญหาอื่น ๆ	ท้าทายผู้เรียนด้วยการให้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในปัญหาอื่น ๆ	
	ชี้ให้เห็นถึงความเห็นที่มากหรือน้อยเกินไป		
	ช่วยเหลือผู้เรียนในการเชื่อมโยงประสบการณ์	ช่วยเหลือผู้เรียนในการเชื่อมโยงประสบการณ์	
จัดสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการตัดสินผู้เรียน	จัดสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการตัดสินผู้เรียน	จัดสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการตัดสินผู้เรียน	จัดสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการตัดสินผู้เรียน
	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบและทดสอบแนวคิด/ การแก้ปัญหา		
ไม่ชี้นำความคิดของผู้เรียน ในการตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือ	ไม่ชี้นำความคิดของผู้เรียน ในการตัดสินระบุ อธิบาย หรือ	ไม่ชี้นำความคิดของผู้เรียน ในการตัดสิน ระบุ อธิบาย หรือแก้ปัญหา	ไม่ชี้นำความคิดของผู้เรียน ในการตัดสิน ระบุ

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

การค้นหาปัญหา (Search)	การแก้ปัญหา (Solve)	การสร้างคำตอบ (Create)	การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share)
แก้ปัญหา	แก้ปัญหา		อธิบาย หรือ แก้ปัญหา

จากตารางที่ 2-6 จะเห็นว่าการเรียนการสอนแบบ SSCS นั้นผู้สอนจะต้องเป็นผู้ช่วยในการชี้แนะ เปิดประเด็น และดูแลในแต่ละขั้นตอน เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา เชื่อมโยงแนวคิดและประสบการณ์ สร้างคำตอบด้วยตนเอง และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

จากการศึกษาบทบาทของผู้สอนในรูปแบบ SSCS การจัดการเรียนรู้ต้องเป็นไปในแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้วิจัยจึงนำบทบาทของผู้สอนในด้านของการเป็นผู้ชี้แนะ เปิดประเด็น และดูแลในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา เชื่อมโยงแนวคิดและประสบการณ์ สร้างคำตอบด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มความสามารถ และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิด และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้คิดในแนวทางของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

รูปแบบ SSCS นั้นช่วยให้กระบวนการแก้ปัญหามีความรัดกุมมากขึ้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา คิดอย่างมีเหตุผลและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอปัญหาและคอยกระตุ้นผู้เรียนให้คิดถึงปัญหา และค้นหาองค์ประกอบจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและคำตอบที่สมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาปัญหา (Search: S) นักเรียนจะต้องค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในโจทย์ปัญหา และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve: S) นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การสร้างคำตอบ (Create: C) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) นักเรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด เป็นการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และรูปแบบ SSCS ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เพื่อใช้ในการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 2-7 ตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS	รูปแบบ SSCS
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา	**ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด** ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยการค้นหา (Search) ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ	**ขั้นที่** 1 การค้นหาปัญหา (Search: S) นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในโจทย์ปัญหา และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงแนวคิดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยจากการตอบคำถาม หรือเขียนบนกระดาน จากนั้นบันทึกลงในสมุดหรือใบงาน โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา	**ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา** นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำไปใช้แก้ปัญหา (Solve) โดยมีการวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินคำตอบ เป็นกลุ่มย่อย โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา จากนั้นนำสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหามาเขียนบันทึกลงในสมุดหรือใบงานเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย (Create)	**ขั้นที่** 2 การแก้ปัญหา (Solve: S) นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา **ขั้นที่** 3 การสร้างคำตอบ (Create: C) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา มาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูเขียนแสดง และเชื่อมโยงแนวคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเดียวกัน	**ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์** นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียน จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด (Share) เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน และใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด	**ขั้นที่** 4 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share : S) นักเรียนสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด เป็นการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS	รูปแบบ SSCS
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง	**ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่** นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง	

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS นั้นเป็น วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นหลัก และสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาของรูปแบบ SSCS ในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงการนำเสนอและอภิปรายในชั้นเรียนและคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยการค้นหา (Search) ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำไปใช้แก้ปัญหา (Solve) โดยมีการวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินคำตอบ เป็นกลุ่มย่อย โดยครูกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย หรือให้แสดงแนวทางของการแก้ปัญหา จากนั้นนำสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหามาเขียนบันทึกลงในสมุดหรือใบงานเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย (Create)

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียน จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด (Share) เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน และใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเดิมด้วยตนเอง

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Cruikshank and Sheffield (2000, p. 38) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความสงสัย ไม่สามารถหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ในทันที ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่า จะต้องเกี่ยวกับจำนวนทางคณิตศาสตร์เท่านั้น เพราะบางปัญหานั้นเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ หรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับจำนวน

Krulik and Rudnick (1993, p. 6) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการกระบวนการคิดสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมา เพื่อแก้ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิม ทักษะ หรือความเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยเริ่มจากการเผชิญหน้ากับปัญหาและค้นหาข้อสรุปที่จะนำไปสู่คำตอบ ซึ่งนักเรียนต้องสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนมาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 9-7) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปเป็นข้อ ๆ ไว้ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้ ปละประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจจะไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 109) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการในการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

วัชรี กาญจน์กีรติ (2554, หน้า 29) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่ และต้องการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการ หรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 102) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ให้เหตุผล และการตัดสินใจ

จากที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่ผู้แก้ปัญหาไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที ต้องใช้กระบวนการคิดสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อแก้ปัญหา

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและองค์กรต่าง ๆ ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1985, pp. 123-128) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหามีรายละเอียด ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ เป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือเชิงปฏิบัติ โยอาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ ซึ่งปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) สิ่งที่ต้องการหา

2) ข้อมูลที่กำหนดให้

3) เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับข้อมูล

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์สามารถแบ่งได้ 2 ส่วน คือ

1) สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐาน

2) ผลสรุป หรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Baroody (1987, pp. 260-261) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยใช้ตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problems) เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในกระบวนการและโครงสร้างของปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาประเภทนี้มักจะเป็นข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาประเภทนี้อาจจะมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง และมักพบในหนังสือแบบเรียน

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Nonroutine problems) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวลความรู้เข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะสอดคล้องกับความเป็นจริงและเกี่ยวข้อง กับชีวิตมากกว่าประเภทแรก ดังนั้นสิ่งที่กำหนดให้มีทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น ปัญหาประเภทนี้มักพบวิธีการหาคำตอบที่มากกว่าหนึ่งวิธีหรือมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 26) กล่าวว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลักเกณฑ์ในการจำแนก 2 ประเภท คือ ใช้จุดประสงค์ของปัญหาเป็นเกณฑ์ และ ใช้ตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาเป็นเกณฑ์

กรมวิชาการ (2544, หน้า 19-25) ได้จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเป็นแบบฝึกทักษะ เช่น 34 x 6 = □ ปัญหาเช่นนี้เป็นปัญหาที่ใช้ความรู้และทักษะการคูณ

2. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาง่าย ๆ ที่ใช้การแก้ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว เช่น ในตู้ปลาของสมบัติมีปลาอยู่ 7 ตัว และในตู้ปลาของพรชัยมีปลาอยู่ 5 ตัว สมบัติมีปลามากกว่าพรชัยกี่ตัวจะเห็นว่าโจทย์ข้อนี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการลบเพียงอย่างเดียว เป็นต้น

3. ปัญหาที่มีความซับซ้อน เป็นปัญหาที่ใช้วิธีการคิดมากกว่าหนึ่งขั้นตอน

4. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น ชุมนุมเทนนิสของโรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนสนใจสมัครเข้าแข่งขันเทนนิสทั้งหมด 15 คน โดยจัดให้แข่งขันได้ครั้งละ 2 คน อยากทราบว่าจะมีวิธีจัดการแข่งขันให้ทุกคนได้พบกันทั้งหมดรวมกี่ครั้ง เป็นต้น

5. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ เช่น โรงเรียนของนักเรียนใช้กระดาษไปจำนวนเท่าไรในเวลา 1 เดือน สำหรับปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้วิธีการทางสถิติในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดคำนวณ เป็นต้น

6. ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ไม่สามารถจะหาคำตอบได้ทันที ต้องมีการพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์และทดลองแก้ปัญหา เช่น จงลากส่วนของเส้นตรง 3 เส้น ให้ผ่านจุดทั้ง 9 จุดเพียงครั้งเดียว โดยห้ามยกปากกาในขณะที่ลากเส้น เป็นต้น

จากการที่นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้หลากหลายตามวัตถุประสงค์ และเกณฑ์ที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้กำหนด เช่น แบ่งประเภทของการแก้ปัญหาตามจุดประสงค์ของปัญหา ได้ 2 ประเภท คือ ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ และปัญหาให้พิสูจน์ แบ่งตามผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาเป็นเกณฑ์ ได้ 2 ประเภท คือ ปัญหาธรรมดา และปัญหาที่ไม่ธรรมดา ซึ่งปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในปัญหาที่ไม่ธรรมดา

ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่มากมาย แต่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมหรือเป็นที่ยอมรับว่าสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนได้นั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร ผู้วิจัยได้ศึกษาจากนักการศึกษา ดังนี้

Clyde (1967, p. 108) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. ใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวันและสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหา โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ใน ชีวิตจริง

2. สถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นควรใช้ภาษาในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์และไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาทั่ว ๆ ไป

Krulik and Rudnick (1993, pp. 10-20) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีไว้ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถของนักเรียนและเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน

2. เป็นปัญหาที่ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสังเกตของนักเรียน

3. เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์และอภิปราย

4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการนำทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์และการสรุปวางนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์

6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธีและมีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 80-81) ได้เสนอไว้ว่าโจทย์ปัญหาที่ดี ควรต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้ภาษากระชับ รัดกุม ถูกต้องเข้าใจง่าย

2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ท้าทายความสามารถของนักเรียน

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สาหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้น ๆ

5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้

7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

8. ให้ข้อมูลที่ถูกต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพ ลายเส้น แผนภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 78-79) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ท้าทายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไมท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ได้สำเร็จ

2. สภาพการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สภาพการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ นอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย

3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน

4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนมีปัญหากับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

สสวท. (2555 ก, หน้า 171-174) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของปัญหาที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจท้าทายความสามารถของนักเรียน เป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป เพราะถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจและไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

2. ปัญหาที่แปลกใหม่และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน เพราะถ้านักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว ปัญหานั้นก็จะไม่ใช่ปัญหาที่น่าสนใจอีกต่อไป อย่างไรก็ตามสำหรับปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย ครูอาจดัดแปลงกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแง่มุมของคำถามให้ต่างไปจากเดิม เพื่อให้กลายเป็นปัญหาที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียนก็ได้

3. ปัญหาที่มีสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบและมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่น ๆ ตลอดจนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

4. ปัญหาในสถานการณ์จริง ที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ การได้ลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะ/ กระบวนการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเห็นคุณค่าว่า คณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วย

5. ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

6. ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้และปรับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย ตลอดจนเพื่อให้นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

7. ปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความ คาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไป เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหา

ความสัมพันธ์และแบบรูปที่จะนำไปสู่การสร้างข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบข้อความคาดการณ์และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

8. ปัญหาที่ส่งเสริมขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย การคิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน การคิดหาคำตอบที่หลากหลาย การคิดพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล และตัดสินใจ เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์และคุ้นเคยกับกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ถูกต้อง

9. ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นด้วย

10. ปัญหาที่ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน เพื่อไม่ทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้

11. ปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้าง หรืออาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบหรือไม่มีคำตอบเลย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับปัญหา ตัดสินได้ว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา อะไรคือสิ่งที่กำหนดให้มา มีข้อมูลเพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้หรือไม่หรือมีข้อมูลเกินหรือขัดแย้งกันบ้างหรือไม่ ตลอดจนเพื่อให้นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลย

สสวท. (2555 ข, หน้า 102) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

- สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
- ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
- ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
- ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน รัดกุม และเข้าใจได้ง่าย
- มีวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้หลากหลาย เช่น การเขียนแผนภาพ การจัดทำตาราง หรือการสร้างสมการ
- มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
- ใช้ความรู้หรือเนื้อหาสาระหลายเรื่องประกอบกัน เพื่อให้มีการแก้ปัญหาเชิงบูรณาการ

จากการศึกษาพบว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเป็นปัญหาที่ท้าทายความสามารถ เหมาะสมกับวัย เป็นปัญหาที่ทำให้ได้คิด เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน แปลกใหม่ มีวิธีการในการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธีและมากกว่า 1 คำตอบ และเป็นปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Kennedy (1984, p. 81) ได้ให้คำอธิบายถึงความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ว่า เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ปัญหา

Polya (1980, p. 1 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหาเป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 25-26) กล่าวว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 70) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์แก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 9) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่คุ้นเคย

สสวท. (2555 ข, หน้า 77) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 167) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่นักศึกษาได้อธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการนำความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ มาใช้ในการสร้างและประเมินคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อกล่าวถึงคณิตศาสตร์สิ่งที่มาควบคู่กันมักจะเป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1980, p.1 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 5) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นลักษณะโดยเฉพาะของมนุษย์ เป็นความสามารถที่จะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ โดยรู้จักเลือกใช้วิถีทางที่เหมาะสม ความสามารถในการแก้ปัญหานี้เป็นความชาญฉลาดของมนุษย์ที่มีอยู่เหนือสัตว์ที่ฉลาดทั้งหลาย เป็นความสามารถพิเศษของบางคนในหมู่เพื่อนมนุษย์ด้วยกัน เป็นธรรมชาติที่มีอยู่ในมนุษย์เอง เราน่าจะเรียกลักษณะของมนุษย์ว่าเป็น “Problem-solving animal”

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 5-6) กล่าวว่าลักษณะที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่น คือความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่าสัตว์ และได้อธิบายถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาโดยสรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ในการดำเนินชีวิตตามสภาพแวดล้อมและสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง มนุษย์ต้องใช้ความสามมารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้

2. การแก้ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ เมื่อพบปัญหา ความพยายามในการคิดแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจนก่อเป็นความรู้ใหม่ทั้งในด้านของเนื้อหาและกระบวนการ

3. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 7-8) กล่าวว่าการแก้ปัญหามีประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาทักษะการคิด

2. ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยง และใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาจริง

3. ช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการเลือกและใช้กลวิธีแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4. ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

สสวท. (2555 ข, หน้า 78) กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าจสามารถะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจาก ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี และยังทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ พัฒนาทักษะการคิด การเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และชีวิตจริง

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1957 อ้างถึงใน สสวท., 2556 ข, หน้า 70) พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหา และได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาหรือนักเรียนต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นกำหนดส่งใดให้บ้าง และต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหา กับสิ่งที่โจทย์ถามเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ถ้าเป็นการแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือแบบเรียนในขั้นนี้ครูควรนำสนทนาว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ แล้วให้นักเรียนอภิปรายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และโจทย์ถามอะไร สำหรับในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหา หรือนักเรียนควรดำเนินการด้วยตนเองให้ได้

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหา หรือนักเรียนต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา จำดำเนินการหาคำตอบของปัญหานั้นได้อย่างไร โดยเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่ได้เลือกไว้จนกระทั่งหาคำตอบของปัญหานั้นได้ อาจให้ผู้ที่ต้องการแก้ปัญหาหรือนักเรียนหากลยุทธ์แก้ปัญหาใหม่ที่แตกต่างจากวิธีนี้อีกหลาย ๆ วิธี เพื่อเป็นการพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลายต่อไป

4. ขั้นตรวจสอบ นำคำตอบที่หาได้ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการทำย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดให้ ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

Krulik and Rudnick (1993, pp. 39-57) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Read and think) เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกวิธีการ (Select a strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบ (Find an answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นมองย้อนและขยายผล (Reflect and extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใน

สถานการณ์อื่นต่อไปในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นหาทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

Pizzini et al. (1989) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ SSCS ไว้ขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาปัญหา (Search: S) เป็นขั้นที่เกี่ยวกับการระดมความคิด และเทคนิคที่จะช่วยในการระบุคำถามหรือปัญหา สามารถใช้สาธิต หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมจากนิตยสาร หนังสือพิมพ์ บทความ การทัศนศึกษา ตำราต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนค้นหาปัญหา ซึ่งในระหว่างขั้นตอนของการค้นหาจะช่วยให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ ผู้เรียนต้องให้ขอบเขตและอธิบายปัญหาจากความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเอง

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve) เป็นขั้นที่มุ่งเน้นกระบวนการค้นหากระบวนการและคำตอบ ผู้เรียนจะวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อแก้ปัญหา จัดระบบแนวคิดที่ได้จากการค้นหาเพื่อเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบ ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาหากพบปัญหาขึ้นอาจจะย้อนกลับกลับไปขั้นที่ 1 หรือปรับปรุงแผนที่เลือกไว้และดำเนินการเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 การสร้างคำตอบ (Create) เป็นขั้นที่ต้องสร้างสรรค์ผลงานที่เกี่ยวกับปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบ โดยสรุปภาพรวมหรือใช้วิธีการต่าง ๆ ให้ง่ายต่อการอธิบายและการสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจ ซึ่งในขั้นนี้จะเป็นการสร้างจุดสนใจเพื่อนำไปสู่ขั้นที่ 4

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) ในขั้นนี้เป็นมากกว่าการสื่อสารกับเพื่อนและคนอื่น ๆ ผู้เรียนจะต้องรวบรวมแนวคิดจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อสะท้อนและประเมินการแก้ปัญหาของตนเองทำให้เกิดการยอมรับและแก้ไขข้อผิดพลาด เมื่อพบข้อผิดพลาดจากการวางแผนและการแก้ปัญหาในผลงานผู้เรียนจะร่วมกันแก้ปัญหานั้น ๆ หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเริ่มต้นการค้นหาคำถามใหม่

สสวท. (2555 ข, หน้า 78) ได้เสนอขั้นตอนสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้างต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติม การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วผู้เรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาประกอบการวางแผน

3. ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวมทั้งด้านกลวิธี และวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจนีย์ (2550, หน้า 40) กล่าวว่าในชีวิตจริงความสามารถที่จะเผชิญหน้ากับปัญหาและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพโดยธรรมชาติต้องมีขั้นตอน และกระบวนการดังต่อไปนี้

1. เข้าใจปัญหา รวมทั้งการเข้าใจเรื่องราวสาระของปัญหา โดยอ้างอิง เชื่อมโยงสาระจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับสาระเรื่องราวที่เกิดขึ้น

2. รู้ธรรมชาติของปัญหา สามารถบอกตัวแปรในปัญหา ความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ตัดสินว่าตัวแปรใดใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ สร้างสมมติฐาน และพิจารณาและประเมินสาระที่มีอยู่

3. แสดงการนำเสนอการแก้ปัญหา รวมถึงการตัดสินใจ การวิเคราะห์ระบบ หรือออกแบบระบบเพื่อนำไปสู่เป้าหมายหรือวิเคราะห์วินิจฉัยและเสนอวิธีแก้ปัญหา

4. ประเมินและสะท้อนการแก้ปัญหา รวมถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและมองหาสาระข้อมูลเพิ่มเติมหรือเพิ่มคำอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ประเมินการแก้ปัญหาจากมุมมองต่าง ๆ หรือหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ และทำให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นหรือเพื่อให้สามารถอธิบายได้

5. สื่อสารการแก้ปัญหา รวมถึงการเลือกสื่อและการนำเสนอที่เหมาะสมเพื่อบอกกล่าวและสื่อสารการแก้ปัญหาให้คนนอกได้รับรู้

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้แก้ปัญหาเกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จำแนกได้เป็น 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา สรุปและตรวจสอบผล ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนักเรียนมักจะดำเนินการแก้ปัญหาจนจบกระบวนการเฉพาะส่วนที่เป็นแนวคิดของตนเอง ไม่เกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนประสบการณ์

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของรูปแบบ SSCS ซึ่งครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น และเกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นหาปัญหา (Search) เป็นขั้นตอนของการระดมความคิดเพื่อระบุคำถามหรือปัญหา 2) การแก้ปัญหา (Solve) เป็นขั้นตอนของการค้นหากระบวนการและคำตอบ 3) การสร้างคำตอบ (Create) เป็นขั้นตอนที่ของการสรุปภาพรวมหรือใช้วิธีการต่าง ๆ ให้ง่ายต่อการอธิบาย และการสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจ 4) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) เป็นขั้นตอนของการสะท้อนและประเมินการแก้ปัญหาของตนเองทำให้เกิดการยอมรับและแก้ไขข้อผิดพลาด

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปในทิศทางที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงปัจจัยดังกล่าวไว้ดังนี้

Hudgins (1977, pp. 241-242) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาที่มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาว่ามีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจง่ายหรือยาก มีคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด
2. ขนาดของตัวหนังสือและตัวเลขเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนหรือไม่
3. ความยาวของโจทย์ปัญหา
4. รูปแบบและโครงสร้างของโจทย์ปัญหา เป็นโจทย์โดยตรงหรือโดยอ้อมเป็นโจทย์ที่ใช้ขั้นตอนเดียวในการแก้ปัญหาหรือต้องใช้หลายขั้นตอน
5. ใช้ทักษะในการคำนวณคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลายวิธีหรือไม่
6. เป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาก่อนหรือไม่

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 106) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก
2. วิธีการนำเสนอโจทย์ปัญหา
3. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
4. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
5. การเริ่มต้นการแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน
6. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ

7. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้โจทย์ปัญหา

8. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน

สสวท. (2555 ข, หน้า 77) ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา รวมถึงเลือกใช้เทคนิค หรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหา มีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ

2. ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา มักสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาได้หลากกลายทำให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว

4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาจะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาหลัก ๆ แล้วมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ลักษณะของปัญหา การวิเคราะห์ทำความเข้าใจและใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาของนักเรียน รวมถึงเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวถึงการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในขั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 26) กล่าวว่า ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ควรเริ่มด้วยปัญหาที่มีความท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของนักเรียน ใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติ มีการสำรวจ สร้างข้อคาดการณ์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี และตัดสินข้อสรุปต่าง ๆ ด้วยตนเอง รวมทั้งสนับสนุนให้ผู้เรียนมรการสื่อสารแนวทางการแก้ปัญหาของตนให้ผู้อื่นรับรู้ด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้สรุปแนวทางที่คล้ายคลึงกันในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนจากแนวทางของ Baroody and Kilpatrick (Baroody, 1993; Kilpatrick, 1989 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 47) ซึ่งสามารถสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหาและเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 71-78) กล่าวว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องพิจารณาองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และได้เสนอองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล

4. แรงขับ

5. ความยืดหยุ่น

และได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอธิบายผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้น ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน ต้องใช้ความพยายามในการเก็บรวบรวมรายละเอียดและสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด เมื่อพบโจทย์ปัญหาผู้สอนไม่ควรมุ่งไปที่วิธีการหาคำตอบ แต่ควรใช้เวลาในการอ่านและทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหาก่อน

1.2 การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ แบบจำลอง ปรับขนาดปริมาณต่าง ๆ การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา และการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องใกล้ตัว เป็นต้น

1.3 การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจ เช่นการใช้ปัญหาที่กำหนดข้อมูลเกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอเพื่อฝึกการวิเคราะห์ของผู้เรียน

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีแนวทางดังนี้

2.1 ผู้สอนต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนโดยตรง แต่ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเอง

2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมาดัง ๆ คือสามารถบอกให้คนอื่นทราบว่าตนเองกำลังคิดอะไร

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดก่อนลงมือทำเสมอ

2.4 จัดหาปัญหามาให้ผู้เรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายน่าสนใจเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากกว่า 1 รูปแบบ

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้นักเรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจน ตามลำดับขั้นตอน ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถดังกล่าวจากการทำโจทย์ปัญหา โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น

ปัญหาที่มักจะพบในการดำเนินการตามแผน คือปัญหาที่ต้องการคำอธิบาย การให้เหตุผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาให้พิสูจน์ ผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมเพื่อปลูกฝังและฝึกฝนการใช้ความคิดในการให้เหตุผลของนักเรียนได้จากกิจกรรมการสอนทั่วไป เช่น การสร้างโจทย์ปัญหาที่ต้องการการตัดสอนใจ ต้องการคำอธิบายนอกเหนือจากโจทย์ปัญหาที่มีคำตอบเป็นปริมาณ

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการในการแก้ปัญหานั้นมีแนวทางดังนี้

4.1 กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชิน จนเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ เช่นคำตอบนั้นสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการตีความหมายของคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

4.5 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

สสวท. (2555 ข, หน้า 105) ได้เสนอแนวทางในการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

- กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้
- ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense)
- ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ
- ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
- ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วนตนเอง
- ฝึกการลงข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 8-9) กล่าวว่า สำหรับกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานั้น อาจเป็นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์นั้น และสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยหลายส่วนที่สำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครู รวมถึงการส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งแนวทางที่กล่าวมานั้นควรเริ่มจากการสร้างความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา และนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถ เหมาะสมกับวัย เน้นการฝึกวิเคราะห์แนวคิดที่หลากหลาย และควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด ปฏิบัติ สืบค้น สร้างข้อคาดการณ์ และสนับสนุนให้ผู้เรียนได้อธิบายและสื่อสารแนวคิดของตนเอง ซึ่งแนวทางที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อสร้างความสนใจ และท้าทายความสามารถ

2. ให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากสถานการณ์ปัญหาที่เปิดกว้างทั้งกระบวนการและคำตอบ

3. มุ่งเน้นการพัฒนาในด้านกระบวนการค้นหาข้อมูล การคิด การวางแผนการแก้ปัญหาและการสื่อสารกระบวนการแก้ปัญหา

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนจะสามารถทราบว่านักเรียนมีความสามารถ และประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องอาศัยการวัดและประเมินผลเป็นเครื่องมือบ่งชี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จาก สสวท. (2555 ข, หน้า 30-83) สรุปได้ว่า

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องครอบคลุมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น

- ทำความเข้าใจปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้
- ดำเนินการวางแผน และลงมือแก้ปัญหา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ
- ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา
- ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา
- ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

และต้องคำนึงถึงลักษณะของเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดและประเมิน ซึ่งข้อสอบเป็นเครื่องมือประเภทหนึ่งในการวัดและประเมินว่ามีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด ถูกต้องหรือไม่ และเป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 146) รูปแบบข้อสอบที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีดังนี้ (สสวท., 2555 ข, หน้า 30-73 ; เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 146-149)

1. ข้อสอบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งมีทั้ง แบบเลือกตอบ ถูกผิด คำตอบสั้น ๆ จับคู่ เปรียบเทียบ จัดลำดับ

2. ข้อสอบอัตนัย เป็นข้อสอบที่ต้องแสดงวิธีทำ หรือเขียนอธิบาย

ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อสอบแบบอัตนัย เพราะ เป็นข้อสอบแบบเขียนอธิบาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ นักเรียนอาจใช้วิธีการที่หลากหลาย หรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา เป็นข้อสอบที่วัดผลและประเมินผลได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์ วิธีการคิด และการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การวัดผลประเมินผลด้วยข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายสามารถตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน (สสวท., 2555 ข, หน้า 55) ซึ่งเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการประเมินการเรียนการสอนคือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ผู้วิจัยนำเสนอดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

Goodrich (1997, pp. 14-17 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555 หน้า 184) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอน สะท้อนและช่วยเหลือผู้เรียนให้ปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลา เหมือนกับการตรวจตราของผ้สอน เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบริค คือการนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ เมื่อเกณฑ์มีความชัดเจนผู้เรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม ง่ายต่อการใช้และอธิบายแก่ผู้อื่นให้เข้าใจการประเมินหรีการให้คะแนนของตนเอง

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 255-256) กล่าวว่า รูบริคคือแนวทางการให้คะแนนเพื่อประเมินผลงาน หรือการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินการปฏิบัติงาน หรือผลผลิตของผู้เรียน และ ระดับคุณภาพ หรือระดับคะแนน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic rubric) ครูจะให้คะแนนโดยดูภาพรวมของกระบวนการ หรือผลงาน ไม่แยกพิจารณาเป็นส่วน ๆ เกณฑ์การประเมินแบบนี้จะใช้เมื่อต้องการดูภาพโดยรวม มากกว่าจะดูข้อบกพร่องส่วนย่อย ๆ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวมจะเหมาะกับการปฏิบัติที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ใช้เมื่อต้องการเน้นการตอบสนองที่มีลักษณะเฉพาะ และไม่ได้เน้นความคิดสร้างสรรค์ ใช้เป็นตัวแทนของการประเมินหลายมิติ

การใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงได้ผลสะท้อนกลับค่อนข้างสมบูรณ์ เป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนและผู้สอนมาก ผู้ที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงสามารถสร้างเส้นภาพ (Profile) จุดเด่น-จุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนได้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 184) กล่าวว่า รูบริค คือข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเองได้ โดยทั่วไปเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 รูปแบบคือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic rubric) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของผู้เรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรูบริคเบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนที่สอดคล้องกับคุณภาพ หรือพฤติกรรมของผู้เรียนโดยรวม ไม่มีการแยกเป็นด้านต่าง ๆ

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบย่อยของสิ่งที่ต้องการประเมิน ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบต้องระบุคุณภาพ หรือพฤติกรรมให้ชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 219-220) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากองค์ประกอบย่อยของงานที่นักเรียนทำ ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 219-220)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
การทำความเข้าใจ	- สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
โจทย์ปัญหา	- สำหรับความเข้าใจในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา	2
	- สำหรับความเข้าใจโจทย์ปัญหาผิด	0
การวางแผนในการ	- สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่	4
แก้ปัญหา	การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	
	- สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง	2
	- สำหรับการไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาหรือ	0
	การวางแผนไม่เหมาะสม	
การดำเนินการตาม	- สำหรับการดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์	3
แผนและคำตอบที่ได้	- สำหรับการดำเนินการตามแผนถูกต้องแต่คำตอบที่ได้ผิด	2
	- สำหรับการคิดคำนวณไม่ถูกต้อง หรือยกจำนวนมาคิดไม่	1
	ถูกต้อง (ขาดความรอบคอบ ทำให้ลอกโจทย์มาคิดผิด) หรือ	
	มีบางส่วนของคำตอบถูก	
	- สำหรับคำตอบที่ผิด หรือไม่มีคำตอบ	0

สสวท. (2555 ข, หน้า 127-131) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณารายการประเมิน 4 ประเด็น คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ ไว้ดังตารางที่ 2-9 และตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	**เกณฑ์การพิจารณา**
4 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องแต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่คลอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องมีรายการประเมินที่แสดงถึงกระบวนการของการแก้ปัญหา เพื่อให้เห็นกระบวนการและทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหา โดยสามารถใช้ทั้งการประเมินผลแบบองค์รวม หรือประเมินผลแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ

ขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เกณฑ์แบบย่อย (Analytic rubric) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	**คะแนน (ระดับคุณภาพ)**	**เกณฑ์การพิจารณา**
การค้นหาปัญหา (Search)	2	- สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
การแก้ปัญหา (Solve) และการสร้างคำตอบ (Create)	3	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบไม่ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอน แต่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงการแก้ปัญหา
การประเมินคำตอบ	1	- แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง
	0	- แสดงการตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการแสดงการตรวจคำตอบ

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาการให้ความหมายของการเชื่อมโยง และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 274) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า เป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 124) กล่าวว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

สสวท. (2555 ข, หน้า 80) ได้ให้คำอธิบายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับความรู้อื่น หรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 61) กล่าวถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าเป็นความสามารถดังต่อไปนี้

- เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
- ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลป์ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และในชีวิตประจำวัน
- เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของการบูรณาการ
- วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่นและความคิดในศาสตร์อื่น
- เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน
- เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง

- ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 13) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical connections) เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบเพื่อเรียนรู้หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์และมโนมติกับกระบวนการ รวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง (Kennedy and Tipps, 1994, pp. 194-198 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 192-193) มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Dossey et al. (2002, pp. 81-83 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 193-194) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนมติทางคณิตศาสตร์ได้กลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหามโนมติ หรือเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยง ช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 61) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้ง และยาวนาน เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ มีชีวิตชีวา และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

สสวท. (2555 ข, หน้า 80) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 13) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียน

จากการศึกษาความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์พบว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทำให้สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริง เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงสูงจึงสามารถแก้ปัญหาได้ดีทั้งในการเรียน และสถานการณ์ในชีวิตจริง

ประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันต่าง ๆ ได้กล่าวถึงประเภทตามลักษณะของการเชื่อมโยงไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 274) ได้แบ่งประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดความสามารถที่นักเรียนต้องมีไว้ในมาตรฐานการเชื่อมโยงสำหรับเกรด 6-8 ไว้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาเป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า

1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

สสวท. (2555, หน้า 80) ได้จำแนกการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การเชื่อมโยงทั้งสองลักษณะนี้ได้รวมถึงการนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงด้วย

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 194) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนพความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้นและทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายมากขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมายและนักเรียนเห็นความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทปีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินตามเส้นทางปกติ

จากการศึกษาการจัดแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์พบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์

ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เนื่องจากการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ได้เสนอองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น

2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี

3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/ กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย

4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง คือ ผู้สอน โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของผู้เรียน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, หน้า 200-205; NCTM, 2000, pp. 274-277, Kennedy & Tipps, 1994, pp. 194-198; Kyle et al., 2001, pp. 80-86; Basil, 1999, pp. 8-12 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 58-59)

1. ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์รวมไปถึงการให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ ผู้สอนต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา

2. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามนำให้เกิดการอภิปราย เช่น “ปัญหานี้ หรือ เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือ เรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร” “ทำไมจึงคิดเช่นนั้น” “คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่” “เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่” “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” “มีใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่” “งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่อย่างไร”

4. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ผู้เรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกกับการเรียนรู้ และผู้เรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่ให้ควรเป็นปัญหาเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้

5. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากการให้นักเรียนได้มีโอกาสหาข้อมูลนอกห้องเรียนเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และชีวิตจริง รวมทั้งนักเรียนจะมีความรู้กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูปโดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริงโดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ

อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 13) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูจะต้องจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหา หรือเนื้อหากับความรู้เดิม ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริงผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิดในชั้นเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนจะสามารถทราบว่านักเรียนมีความสามารถ และประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องอาศัยการวัดและประเมินผลเป็นเครื่องมือบ่งชี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จาก สสวท. (2555 ข, หน้า 30-83) สรุปได้ว่า

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องครอบคลุมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เช่น

- หาความสัมพันธ์ของความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกัน
- เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ซับซ้อน
- สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อสอบแบบอัตนัย เพราะเป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้แล้วผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตั้งแต่กว้างจนถึงแคบที่สุด หรือเฉพาะเจาะจงตามที่โจทย์กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ตอบ สามารถวัดผู้เรียนได้หลายด้าน เช่น ด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร,

2555, หน้า 149) และตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุม ซึ่งเกณฑ์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

มีนักการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551, หน้า 83 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 185) ได้เสนอตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมเพื่อประเมินทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมเพื่อประเมินทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551, หน้า 83 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 185)

ระดับ 1 (ต้องปรับปรุง)	**ระดับ 2 (พอใช้)**	**ระดับ 3 (ดี)**	**ระดับ 4 (ดีมาก)**
นักเรียนไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือพยายามเชื่อมโยงแต่ไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงโดยเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้หรือใช้บางส่วนทำให้สรุปสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 117) ได้เสนอตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 117)

คะแนน (ความหมาย)	**ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น**
4 (ดีมาก)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และชีวิตประจำวันอย่างสอดคล้อง และเหมาะสม
3 (ดี)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และชีวิตประจำวันได้บางส่วน
2 (พอใช้)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่นได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้
1 (ปรับปรุง)	- พยายามนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงแต่ไม่เหมาะสม
0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 272) ได้เสนอตัวอย่างของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ ศศิธร แม้นสงวน

คะแนน/ ความหมาย	**ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น**
4 (ดีมาก)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 (ดี)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระ

ตารางที่ 2-14 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
	คณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 (พอใช้)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์บางส่วนในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระใด ๆ

สสวท. (2555 ข, หน้า 94) ได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไว้ดังตารางที่ 2-15

ตารางที่ 2-15 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของ สสวท. (2555 ข, หน้า 94)

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2 (พอใช้)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้บางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงไม่เหมาะสม หรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยเลือกใช้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมโดยแยกตามความสามารถที่ปรากฏให้เห็นถึงการเชื่อมโยง

ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับนิยามของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2-16

ตารางที่ 2-16 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3	- แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด
2	- แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
1	- แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงแต่ไม่ถูกต้อง
0	- ไม่มีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้ทำการศึกษาผลจากการใช้วิธีการแบบเปิด และรูปแบบ SSCS ที่สามารถพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

Becker and Shimada (1997) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาปลายเปิดพบว่าการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้เกิดการพัฒนาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิมเป็นการหาคำตอบของปัญหาโดยอาศัยความรู้เดิม ทักษะ และการคิดบูรณาการเข้าด้วยกัน ซึ่งการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้จะส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเรียนรู้โดยการปฏิบัติ

Nohda (n.d.) ได้ศึกษาการใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพบว่า ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจำนวนมากนักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนครูคณิตศาสตร์ควรเน้นการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนค้นพบวิธีที่ดีกว่า ให้นักเรียนฝึกการคิดผ่านการอภิปรายของคำตอบต่าง ๆ ของปัญหานั้น กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ "วิธีการแบบเปิด" โรงเรียนประถมศึกษาในชนบทใกล้เมืองทสึคุบะที่สอนโดยครูมาชิโกะ

Oh, Jung and Jee (2006) ได้พัฒนาโปรแกรมที่จะช่วยสร้างพื้นฐานทางความคิดที่แตกต่างกันในวิชาคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของปัญหาปลายเปิด ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 7 ในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ จำนวน 398 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ผ่านการสอนโดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างพื้นฐานทางความคิดที่แตกต่างกันบนพื้นฐานของปัญหาปลายเปิดมีทักษะการคิดที่สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

Pizzini et al. (1989, pp. 325-532) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิด โดยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ทั้ง ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหา จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นมีทักษะในการคิดและการตั้งคำถาม และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในทางที่ดีขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

Suriyon (2013, pp. 284-289) ได้ศึกษาปัจจัยทางด้านเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่ส่งผลต่อพัฒนาการในด้านกลวิธีการรู้คิดของผู้เรียน ซึ่งพิจารณาในด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552 ข, หน้า 83-95) ได้อภิปรายผลจากการนำ "การศึกษาชั้นเรียน" (Lesson study) และ "วิธีการแบบเปิด" (Open approach) ไปใช้ในโรงเรียนในโครงการโรงเรียนในฝันเพาะปัญญา ในปีการศึกษา 2549 เป็นกรณีศึกษา โรงเรียนคูคำพิทยาสรรค์ และโรงเรียนชุมชนบ้านชนบท ในด้านของนักเรียนค่อนข้างเห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเจตคติ ค่านิยม และพัฒนาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้นไม่ว่าจะเป็นกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการสื่อสาร กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล กระบวนการเชื่อมโยง กระบวนการนำเสนอ รวมถึงความคิดสร้างสรรค์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ในระหว่างเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาค่อย ๆ พัฒนาขึ้น ในระยะสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลอง

สามารถวางแผนกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาเองได้อย่างอิสระ ในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาก่อน ได้ดีกว่าปัญหาแปลกใหม่ไม่คุ้นเคย และผลการประเมินเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ 1 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์

วาสุกรี ใจจันทร์ (2555) ที่ได้ศึกษาลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาในฐานะเป็นวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 5 ลักษณะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาในฐานะวิธีการแบบเปิด ได้แก่ การเชื่อมโยงเชิงโมเดล การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงระหว่างสาระคณิตศาสตร์

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในเรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมรนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจวรรณ ภักดีพงษ์ (2557) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จารุวรรณ ชินอ่อน (2558) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์บทบาทของสื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียน

การสอนด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า บทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงประเด็นสำคัญ ด้วยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกัน (Unifying themes) ทำให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน โดยนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ บทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านมุมมองกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process) สื่อการเรียนรู้แสดงบทบาทเคลื่อนย้ายจากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม และในขณะเดียวกันก็สามารถเคลื่อนย้ายจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นนามธรรมได้ และบทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านมุมมองตัวเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical connector) พบว่าสื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้แสดงบทบาททำให้นักเรียนเคลื่อนย้ายความเข้าใจจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นนามธรรมในรูปแบบการแทนค่าความยาวด้านต่าง ๆ ด้วยตัวเลขทำให้ นักเรียนสามารถคำนวณหาความยาวรอบรูปของกังหันลมได้

วิภาพร สุทธิอัมพร (2558) ได้ทำการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างความรู้และแนวคิดในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความเปิดโดยการใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นการคิดที่เป็นธรรมชาติของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่อมาการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนนี้ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกตื่นเต้นและกระตือรือร้นเมื่อนักเรียนค้นพบว่าสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกมั่นใจในแนวคิดของตนเององค์ประกอบด้านจิตพิสัยนี้เป็นรากฐานของการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายนำไปสู่การคิดแบบอเนกนัยได้

นริศรา สำราญวงษ์ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และรูปแบบ SSCS นั้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 367 คน จากทั้งหมด 11 ห้อง โดยผู้วิจัยได้ตัดห้องเรียนพิเศษออกจากกลุ่มประชากรเนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าห้องเรียนอื่นที่จัดแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

1. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลา 15 คาบ ซึ่งแบ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จำนวน 12 คาบ การทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ใช้ข้อสอบ 2 ข้อ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 27.50 นาที และหลังเรียน 2 คาบ ใช้ข้อสอบ 6 ข้อ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 18.33 นาที

รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผน One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 249) เพื่อใช้ในการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่าง (Experimental group)

T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลองโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 6 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

1.2 ศึกษาหลักการสอน วิธีสอน การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยศึกษาจากเอกสาร หนังสือคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

<table>
<tr><th>แผนที่</th><th>ตัวชี้วัด</th><th>จุดประสงค์การเรียนรู้</th><th>สาระการเรียนรู้</th><th>จำนวนคาบ</th></tr>
<tr><td>1
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน</td><td rowspan="3">ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
ค 6.1 ม.2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ</td><td>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวนได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้</td><td>โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน</td><td>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเงินได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้</td><td>โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน</td><td>2</td></tr>
<tr><td>3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่</td><td>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้</td><td>โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่</td><td>2</td></tr>
</table>

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ		1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอายุได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ	2
5 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ		1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	2
6 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว		1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราเร็วได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	2

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 คาบ โดยแต่ละแผนระบุรายละเอียดหัวข้อเรื่อง ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่

1.4.7 สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดและการประเมินผล

1.4.9 บันทึกหลังการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่าง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา และภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา และภาษาที่ใช้) โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 112)

5 คะแนน เหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน	เหมาะสมมาก
3 คะแนน	เหมาะสมปานกลาง
2 คะแนน	เหมาะสมน้อย
1 คะแนน	เหมาะสมน้อยที่สุด

และทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) แล้วทำการเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
2.51-3.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78 และ S = 0.35) (รายละเอียดดังภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7) และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ควรเพิ่มคำถามเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายถึงการเชื่อมโยงระหว่างวิธีการแก้ปัญหา 2) ควรระบุคำสั่งในใบงานให้ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาภายในกลุ่มมากกว่า 1 วิธี

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้ 1) เพิ่มคำถามในขั้นที่ 3 เพื่อให้นักเรียนอธิบายการเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหา 2) ระบุไว้ในเอกสารในส่วนของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ ว่า “แสดงการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี”

1.8 นำแผนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 46 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้พบว่าในขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ในทันที จำเป็นต้องอาศัยการใช้คำถามเพิ่มขึ้นเพื่อให้เห็นข้อมูลเหล่านั้น ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีในการแก้ปัญหา นักเรียนใช้เวลานานในการดำเนินการแก้ปัญหา และส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบได้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนยังไม่กล้าที่จะตอบ

คำถามในช่วงแรกทำให้ใช้เวลานานในการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด ในส่วนของการเชื่อมโยงส่วนที่ 2 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการกำหนดสถานการณ์ปัญหาด้วยตัวเองในช่วงแรก

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนแรก ๆ โดยการให้ความช่วยเหลือมากขึ้น ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้น ในการกำหนดข้อมูล การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงในส่วนที่ 2 ในขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยเพิ่มคำถามให้มีความจำเพาะมากขึ้น เช่น “มีมะม่วงทั้งหมดกี่ผล รวมกันได้กี่กอง” ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีในการแก้ปัญหา ใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น “เราใช้รูปภาพได้หรือไม่ ใช้สมการช่วยแก้ปัญหาได้หรือเปล่า” ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ใช้คำถามที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมมากขึ้น เช่น นักเรียนไปซื้อของที่ตลาดได้เงินจากแม่เท่าไหร่ ปกติแม่ใช้เราไปซื้ออะไร ซื้อขนมสักอย่างนักเรียนใช้เงินเท่าไหร่

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แล้วกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องให้เหมาะสม ดังตารางที่ 3-3 และตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ค 6.1 ม.2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ และการนำไปใช้	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
		1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
		รวม	4	2

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ค 6.1 ม.1-3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ค 6.1 ม.1-3/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ค 6.1 ม.1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวนได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเงินได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอายุได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราเร็วได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
		รวม	12	6

2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงจำนวน 2 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 คาบ และฉบับหลังเรียนเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงจำนวน 6 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ

2.5 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ดังนี้

2.5.1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3-5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	**คะแนน**	**เกณฑ์การพิจารณา**
การค้นหาปัญหา (Search: S)	2	- สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
การแก้ปัญหา (Solve) และการสร้างคำตอบ (Create)	3	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบไม่ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอน แต่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอนและคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงการแก้ปัญหา
การประเมินคำตอบ	1	- แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง
	0	- แสดงการตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการแสดงการตรวจคำตอบ

2.5.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด
2	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
1	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงแต่ไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในประเด็นต่าง ๆ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยพิจารณาจากค่า IOC ค่าดัชนีที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมือแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบที่ดีควรมีค่า IOC ของแต่ละข้อไม่น้อยกว่า 0.5 (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ทั้ง 4 ข้อ มีค่า IOC 0.8-1 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ข-8) และแบบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ทั้ง 12 ข้อ มีค่า IOC เป็น 1 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ข-12) และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) ควรใช้ภาษาที่มีความกระชับ และคำถามที่ชัดเจนมากขึ้น 2) ควรใช้ตัวเลขที่ลงตัวและสอดคล้องกับชีวิตจริง

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับภาษาให้กระชับ และคำถามให้มีความชัดเจน 2) ปรับตัวเลขให้ลงตัวโดยคำนึงถึงความเหมาะสมในชีวิตจริง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

2.9.1 ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยพิจารณาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

2.9.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน 2 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.43-0.58 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.36-0.83 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ข-9) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์เอลฟาครอนบาคพบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.83 และแบบทดสอบหลังเรียน 6 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.49-0.60 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.71 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ข-12) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์เอลฟาครอนบาคพบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.90

2.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เวลา 1 คาบ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 27.50 นาที จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้เวลาการสอน 12 คาบ

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ครบแล้วทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 6 ข้อ โดยใช้เวลา 2 คาบ คาบละ 3 ข้อ เฉลี่ยใช้เวลาสอบข้อละ 18.33 นาที จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน

6. นำผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้

วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ *t*-test for dependent samples

1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t*-test for one sample

2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์เนื้อหาที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิเคราะห์เนื้อหาที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากพฤติกรรมการตอบคำถาม และใบงาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 19)

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 31)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum x\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์แบบทดสอบอัตนัย โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160)

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยเรียงคะแนนจากน้อยไปมาก หรือจากมากไปน้อยแล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 25% โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 162-163)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{min})}{n_t(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มต่ำ

n_t แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อโดยเรียงคะแนนจากมากไปน้อยหรือน้อยไปมาก แล้วแบ่งนักเรียนกลุ่มเก่งละกลุ่มอ่อนโดยใช้เกณฑ์ 25% และใช้สูตรคำนวณดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS โดยใช้สถิติในการตรวจสอบสมมติฐาน *t*-test dependent (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 116) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการทดสอบสมมติฐาน

D แทน ค่าความต่างของข้อมูลแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่ของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบ

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ *t* – test for one sample (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 110-111)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; \; df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน *t*-Distribution

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียน

$\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (μ_0 = 70%)

df แทน ชั้นแห่งความอิสระ

t แทน การทดสอบที

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ *t*-test dependent เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S	df	t
ก่อนเรียน	45	33.15	13.35	44	24.73*
หลังเรียน	45	77.11	9.48		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha = .01,\ df = 44} = 2.41$)

จากตารางที่ 4-1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เท่ากับร้อยละ 33.15 และร้อยละ 77.11 ตามลำดับ จากการทดสอบสมมติฐานพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน โดยใช้สถิติ *t*-test one sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	μ_0 (70%)	$\bar{X}$	S	df	t
ความสามารถในการแก้ปัญหา	45	25.20	27.76	3.41	44	5.02*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha = .01,\ df = 44}$ = 2.41)

จากตารางที่ 4-2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เท่ากับ 27.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.11 จากการทดสอบสมมติฐานพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การค้นหาปัญหา การแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ และการประเมินคำตอบ มีผลการศึกษาดังนี้

การค้นหาปัญหา

ในส่วนนี้นักเรียนต้องระบุถึงข้อมูลต่าง ๆ และสิ่งที่ต้องการให้หาในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการค้นหาปัญหาเป็นดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการค้นหาปัญหา

ขั้นการแก้ปัญหา	**ข้อที่**	**จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (คน)**		
		0 คะแนน	**1 คะแนน**	**2 คะแนน**
การค้นหาปัญหา (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)	1	-	1	44
	2	-	2	43
	3	-	1	44
	4	-	1	44
	5	-	2	43
	6	-	2	43
ร้อยละของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ		-	3.33	96.67

จากตารางที่ 4-3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ในขั้นการค้นหาปัญหาซึ่งประกอบด้วย การค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 96.67 สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และนักเรียนร้อยละ 3.33 สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน มีตัวอย่างผลงานของนักเรียนในขั้นการค้นหาข้อมูลตามระดับคะแนน ดังนี้

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

สถานการณ์ที่ 3 โมเดลบ้าน

ส่วนที่ 1 เชิดต้องการสร้างโมเดลบ้าน ที่มีฐานที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม เขาจึงให้น้องชายช่วยตัดกระดาษเพื่อทำเป็นฐาน

เชิด: “พี่จะสร้างโมเดลเป็นบ้านสองหลัง ช่วยตัดฐานให้ทีนะ”

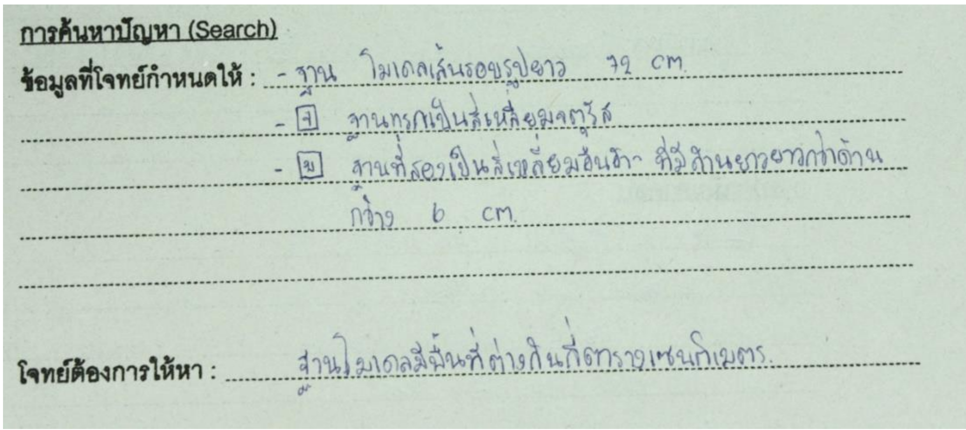
น้องชาย: “ต้องการแบบไหน”

เชิด: “ต้องการเป็นสี่เหลี่ยมแบบไหนก็ได้ เส้นรอบรูป 72 เซนติเมตร”

น้องชาย: “ชิ้นแรกเอาเป็นจัตุรัสนะ ง่ายดี”

: “ชิ้นที่สองเอาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 6 เซนติเมตร”

นักเรียนคิดว่าพื้นที่ของฐานโมเดลบ้านที่น้องชายตัดมาสองชิ้นมีขนาดต่างกันกี่ตารางเซนติเมตร



การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : - ฐาน โมเดลเส้นรอบรูปยาว 72 cm

- ก ฐานแรกเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส

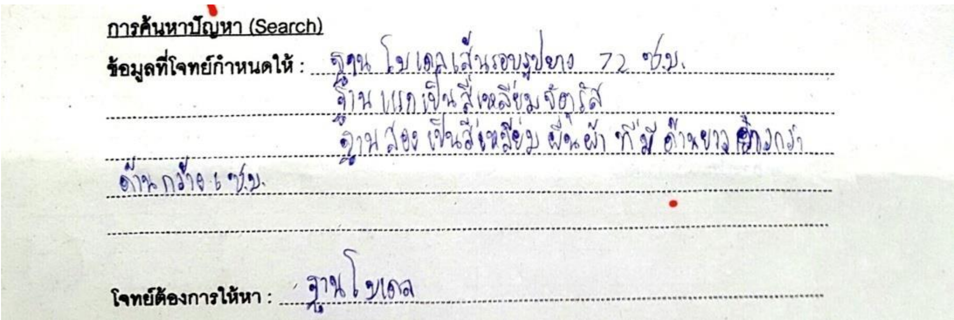
- ข ฐานที่สองเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาวยาวกว่าด้าน กว้าง 6 cm

โจทย์ต้องการให้หา : ฐานโมเดลมีพื้นที่ต่างกันกี่ตารางเซนติเมตร.

ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

จากภาพที่ 4-1 พบว่านักเรียนสามารถระบุความยาวของเส้นรอบรูป ลักษณะของฐานโมเดลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาวของด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดให้ และยังสามารถระบุได้ว่า “ฐานโมเดลมีพื้นที่ต่างกันกี่ตารางเซนติเมตร” ซึ่งเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน



การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : ฐาน โมเดลเส้นรอบรูปยาว 72 ซ.ม.
ฐาน แรก เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ฐาน สอง เป็นสี่เหลี่ยม ผืนผ้า ที่มี ด้านยาว ... ด้านกว้าง 6 ซ.ม.

โจทย์ต้องการให้หา : ฐานโมเดล

ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน

จากภาพที่ 4-2 เห็นได้ว่านักเรียนสามารถระบุความยาวของเส้นรอบรูป ลักษณะของฐานโมเดลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดให้ แต่ในส่วนของสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาระบุได้เพียง “ฐานโมเดล” ซึ่งข้อมูลที่ได้ไม่ครบถ้วนในสิ่งที่ต้องการให้หา

การแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ (Solve and Create)

ในส่วนนี้นักเรียนต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยอาศัยข้อมูลที่ระบุไว้ในขั้นการค้นหาปัญหา และแก้ปัญหาตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการแก้ปัญหาและสร้างคำตอบเป็นดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ

ขั้นการแก้ปัญหา	**ข้อที่**	**จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (คน)**			
		0 คะแนน	**1 คะแนน**	**2 คะแนน**	**3 คะแนน**
การแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	1	-		7	38
	2	-		14	31
	3	-		10	35
	4	-		8	37
	5	-	1	11	33
	6	-	1	15	29
ร้อยละของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ		-	0.74	24.07	75.19

จากตารางที่ 4-4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ในขั้นการการแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลที่ได้ระบุไว้ในขั้นของการค้นหาปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 75.19 สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู้คำตอบที่ถูกต้อง รองลงมานักเรียนร้อยละ 24.07 สามารถสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจน และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบผิด และ มีส่วนน้อยร้อยละ 0.74 ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอนแต่คำตอบถูกต้อง มีตัวอย่างผลงานของนักเรียนในขั้นการค้นหาข้อมูล ดังนี้

ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 1 โชคเลี้ยงไก่ ชัยเลี้ยงวัว

ส่วนที่ 1 โชคและชัยเป็นเพื่อนรักกัน ทุกวันหยุดชัยจะต้อนวัวไปเลี้ยงกลางทุ่ง และโชคจะชอบมาเล่นเป็นเพื่อนเสมอ

ช่วงบ่ายวันเสาร์ทั้งสองนั่งหลบแดดด้วยกันใต้ต้นไม้ใหญ่

โชค: “ชัย! วัวของนายเยอะจัง มีทั้งหมดกี่ตัว”

ชัย: “นับเองสิ”

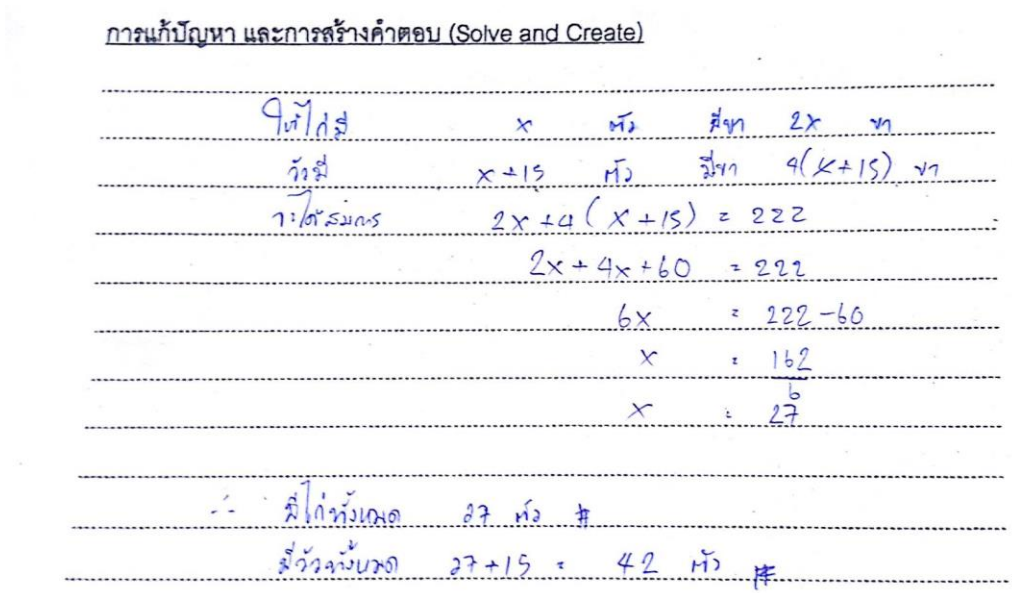
โชค: “เราเลี้ยงไก่ไว้เยอะเหมือนกัน นายคิดว่าเราเลี้ยงไก่ไว้กี่ตัว”

: “วัวของนายมากกว่าไก่เรา 15 ตัว นับขาวัว และไก่รวมกันได้ 222 ขา”

ชัย: “นายนี่ชอบหาเรื่องมาให้เราปวดหัวจริง ๆ”

โชค: “ฮ่า ๆ”

นักเรียนคิดว่าชัยจะแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่โชคให้มาได้อย่างไร



การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

ให้ไก่มี x ตัว มีขา $2x$ ขา

วัวมี $x+15$ ตัว มีขา $4(x+15)$ ขา

จะได้สมการ $2x+4(x+15) = 222$

$2x+4x+60 = 222$

$6x = 222-60$

$x = \frac{162}{6}$

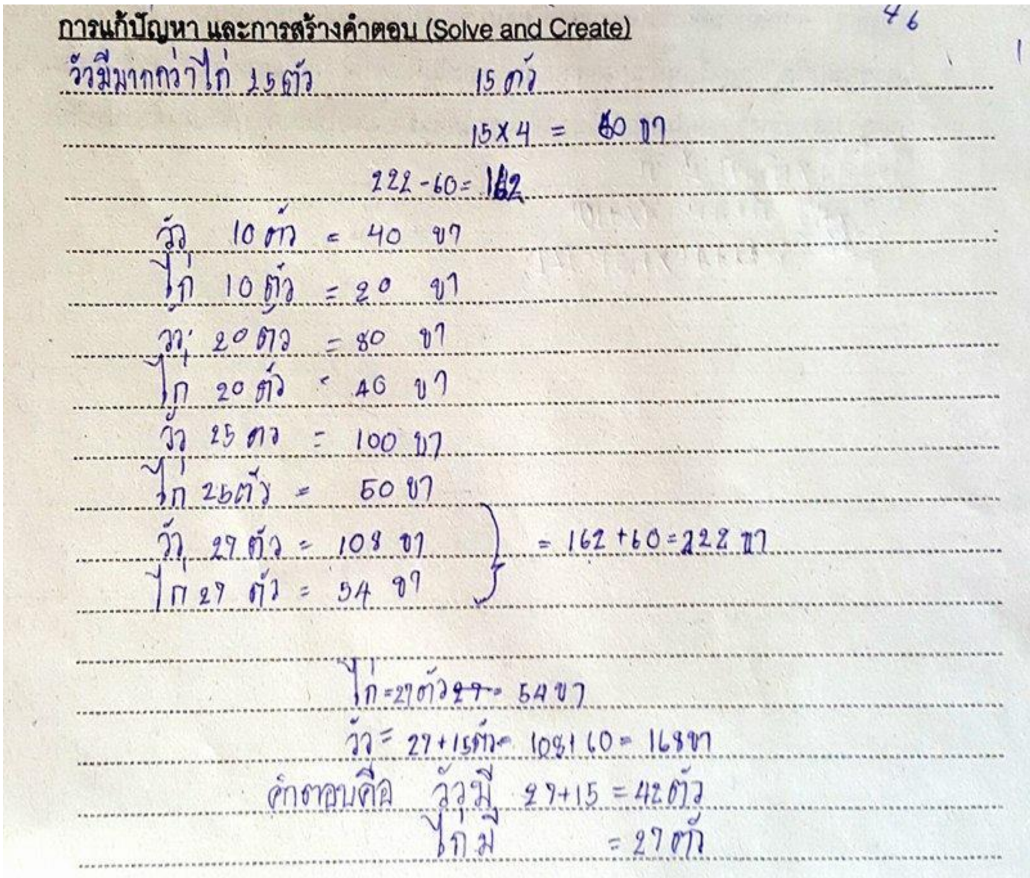
$x = 27$

∴ มีไก่ทั้งหมด 27 ตัว #

มีวัวทั้งหมด $27+15 = 42$ ตัว #

ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

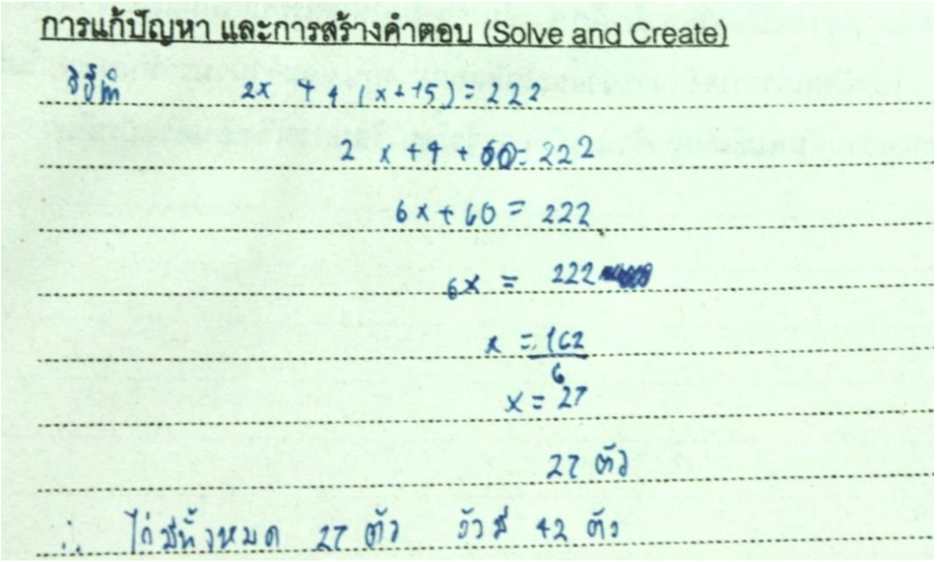
จากภาพที่ 4-3 ในขั้นการแก้ปัญหาและสร้างคำตอบนักเรียนมีการกำหนดตัวแปรทางคณิตศาสตร์ นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาวิเคราะห์สร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจน และได้คำตอบที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบแนวทางการแก้ปัญหาอื่น ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาดังภาพที่ 4-4


การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)   46
วัวมีมากกว่าไก่ 15ตัว   15 ตัว
15X4 = 60 ขา
222-60= 162
วัว 10 ตัว = 40 ขา
ไก่ 10 ตัว = 20 ขา
วัว 20 ตัว = 80 ขา
ไก่ 20 ตัว = 40 ขา
วัว 25 ตัว = 100 ขา
ไก่ 25ตัว = 50 ขา
วัว 27 ตัว = 108 ขา
ไก่ 27 ตัว = 54 ขา
= 162+60=222 ขา
ไก่ = 27ตัว ~~27~~ = 54 ขา
วัว = 27+15ตัว = 108+60 = 168ขา
คำตอบคือ วัวมี 27+15 = 42ตัว
ไก่มี = 27ตัว

ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

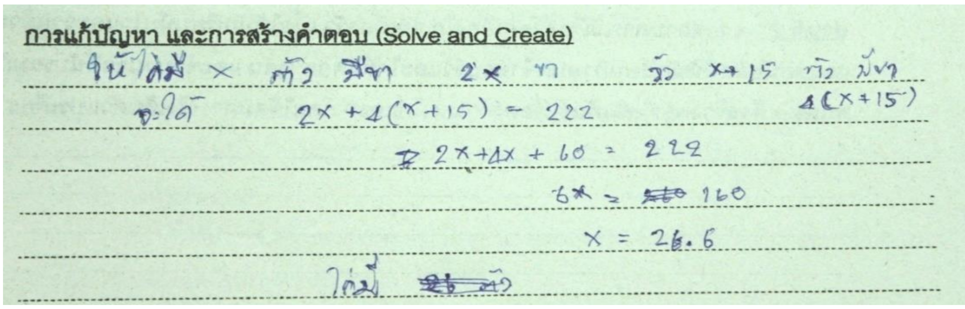
จากภาพที่ 4-4 แสดงให้เห็นแนวทางการแก้ปัญหาทีต่างจากภาพที่ 4-3 อย่างชัดเจน โดยนักเรียนนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาวิเคราะห์จาก จำนวนวัวที่มากกว่าไก่ 15 ตัว ซึ่งคิดเป็นจำนวนขาวัวได้ 60 ขา แล้วนำมาลบออกจากขาทั้งหมด จากนั้นพิจารณาจำนวนวัว และไก่ที่เท่ากัน เพื่อพิจารณาจำนวนขา และนำส่วนเกินที่คิดไว้มารวมเข้าภายหลัง เป็นการแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนชัดเจน คำตอบถูกต้องสมบูรณ์

ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจน และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบผิด



ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจน และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบผิด

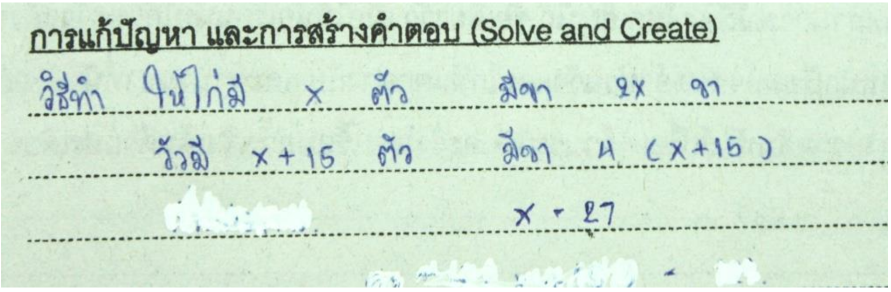
จากภาพที่ 4-5 เห็นได้ว่านักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน มีการใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ขาดความชัดเจนในการกำหนดตัวแปรในช่วงแรก ซึ่งนักเรียนไม่ได้ระบุว่าตัวแปรที่กำหนดขึ้นนั้นใช้แทนสิ่งใด



ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ไม่ชัดเจน และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนชัดเจนแต่คำตอบผิด

จากภาพที่ 4-6 จะเห็นว่านักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนชัดเจน โดยอาศัยสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีการกำหนดตัวแปรและสมการที่ถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของการดำเนินการแก้ปัญหา ทำให้ได้คำตอบที่ผิด

ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอนแต่คำตอบถูกต้อง



ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างนักเรียนที่ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอนแต่คำตอบถูกต้อง

จากภาพ 4-7 จะเห็นว่านักเรียนมีการกำหนดตัวแปรทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ไม่ได้แสดงสมการ และการคำนวณ แต่คำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

การประเมินคำตอบ

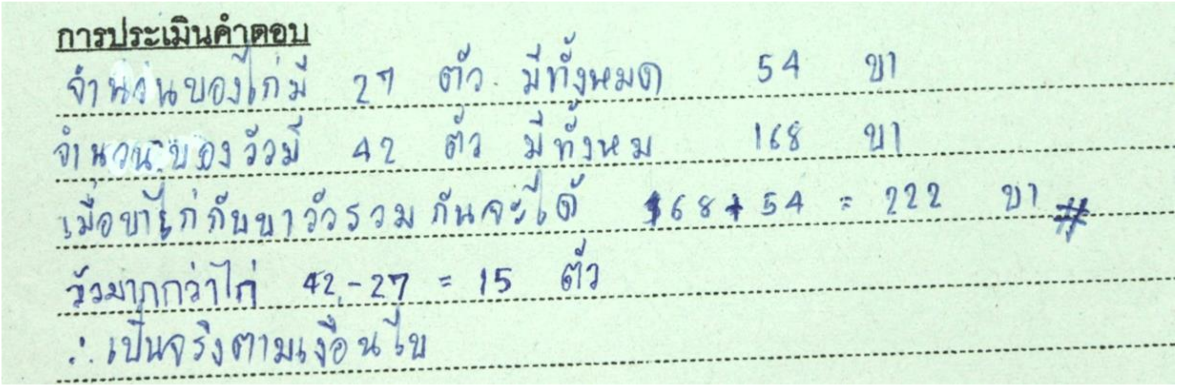
ในส่วนของการประเมินคำตอบนักเรียนต้องแสดงการตรวจคำตอบ โดยการตรวจสอบย้อนกลับเพื่ออธิบายเงื่อนไขให้ครอบคลุมตามที่โจทย์ต้องการ โดยอาศัยข้อมูลในขั้นตอนการแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการประเมินคำตอบเป็นดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการประเมินคำตอบ

ขั้นการแก้ปัญหา	**ข้อที่**	**จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (คน)**	
		0 คะแนน	**1 คะแนน**
การประเมินคำตอบ (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)	1	13	32
	2	9	36
	3	21	24
	4	17	28
	5	20	25
	6	22	23
ร้อยละของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ		37.78	62.22

จากตารางที่ 4-5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ในขั้นการการการประเมินคำตอบ นักเรียนต้องแสดงการประเมินคำตอบโดยการนำคำตอบที่ได้มาตรวจสอบย้อนกลับ แสดงให้เห็นว่าการแก้ปัญหาและคำตอบถูกต้อง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 62.22 สามารถแสดงการประเมินคำตอบได้ถูกต้อง และบางส่วนร้อยละ 37.78 แสดงการประเมินคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงการประเมินคำตอบ มีตัวอย่างผลงานของนักเรียนในขั้นการค้นหาข้อมูล ดังนี้

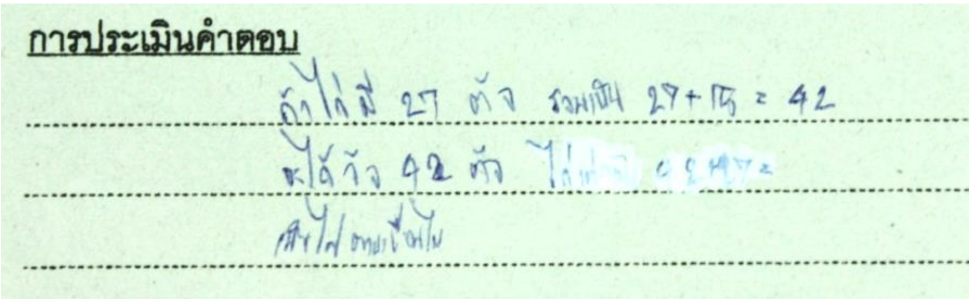
ตัวอย่างนักเรียนที่แสดงการประเมินคำตอบได้ถูกต้อง


การประเมินคำตอบ
จำนวนของไก่มี 27 ตัว มีทั้งหมด 54 ขา
จำนวนของวัวมี 42 ตัว มีทั้งหม 168 ขา
เมื่อขาไก่กับขาวัวรวมกันจะได้ 168+54 = 222 ขา #
วัวมากกว่าไก่ 42-27 = 15 ตัว
∴ เป็นจริงตามเงื่อนไข

ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างนักเรียนที่แสดงการประเมินคำตอบได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 4-8 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำคำตอบมาตรวจสอบย้อนกลับถึงเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่างนักเรียนที่แสดงการประเมินคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงการประเมินคำตอบ


การประเมินคำตอบ
ถ้าไก่มี 27 ตัว รวมเป็น 27+15 = 42
จะได้วัว 42 ตัว
เป็นไปตามเงื่อนไข

ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างนักเรียนที่แสดงการประเมินคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงการประเมินคำตอบ

จากภาพที่ 4-9 แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถนำคำตอบมาตรวจสอบย้อนกลับถึงเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ แต่นำคำตอบที่ได้มาเขียนลงในขั้นการประเมินคำตอบ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-6 โดยผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรก วิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 และช่วงที่สอง วิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-6 พบว่า

ช่วงแรก (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2)

เป็นการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน มีผลการวิเคราะห์แบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน เมื่อผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเข้ามาในชั้นเรียน นักเรียนเริ่มพิจารณาสถานการณ์ปัญหาเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้เพียงบางส่วน จากการใช้คำถามกระตุ้น เช่น “จากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนพบข้อมูลอะไรบ้าง สถานการณ์นี้ต้องการให้นักเรียนหาอะไร นักเรียนพบข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา” ผู้วิจัยใช้คำถามที่มากขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น “ในสถานการณ์นี้มีมะม่วงทั้งหมดกี่ผล รวมกันได้กี่กอง”

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องหาวิธีการในการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม พบว่ามีเพียงส่วนน้อยที่สามารถแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบที่สมบูรณ์ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม เช่น “นักเรียนจะเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยใช้อะไร ใช้ภาพเข้ามาช่วยได้หรือไม่ ทำอย่างไร ใช้สมการได้หรือไม่ ทำอย่างไร” และส่วนใหญ่แสดงวิธีการแก้ปัญหาเพียงหนึ่งวิธี ซึ่งผู้วิจัยต้องใช้คำถาม และชี้แนะเพื่อให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง และแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งวิธี พร้อมแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ เช่น “ในสมการที่นักเรียนใช้ ตัวแปรที่กำหนดขึ้น สามารถกำหนดให้แทนอย่างอื่นได้หรือไม่ อย่างไร” และยังพบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบได้

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง และกลุ่มถัดไปห้ามซ้ำกัน โดยครูเลือกจากกลุ่มที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และหากซ้ำกันทั้งหมดจะเลือกมาเพียง 1 กลุ่ม ครูแสดงวิธีการแก้ปัญหานอกเหนือจากที่นักเรียนได้แสดง จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยง และแสดงแนวคิดว่าแต่ละวิธีการมีส่วนเกี่ยวข้องกันอย่างไร วิธีการใดมีความเหมาะสม พบว่ามีนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถโต้ตอบตามคำถาม เช่น

“วิธีการวาดภาพแล้วพิจารณาทีละกองกับสมการเกี่ยวข้องกันอย่างไร แต่ละกองที่เท่ากันกำหนดเป็นตัวแปรได้อย่างไร แบบไหนดีกว่ากัน เพราะอะไร” “การใช้ตัวแปรแทนจำนวนของอะไรในปัญหานี้จึงจะเหมาะสม” เป็นต้น ซึ่งครูจำเป็นต้องให้ข้อมูลเพิ่มเติม และช่วยในการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจ และสามมารถอธิบายออกมาเป็นคำพูด

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ พิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนได้นำกลับไปทำเป็นการบ้าน เพื่อให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่วิธีการแก้ปัญหาไม่มีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงต้องให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมากในการแก้ปัญหาใหม่ และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน รวมถึงช่วยในการเชื่อมโยงวิธีการต่าง ๆ นักเรียนส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยการช่วยเหลือ และให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดสถานการณ์ที่สาม เพื่อให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการตรวจให้คะแนน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบได้ มีเพียงส่วนน้อยที่แสดงการแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบและแสดงการประเมินคำตอบได้ถูกต้อง

ช่วงที่สอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-6)

เป็นการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ อายุ อัตราส่วนและร้อยละ และอัตราเร็ว มีผลการวิเคราะห์แบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเข้ามาในชั้นเรียน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้อย่างถูกต้อง โดยที่ผู้วิจัยไม่จำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนตอบออกมา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยที่ผู้วิจัยให้ความช่วยเหลือน้อยลง การแก้ปัญหาส่วนใหญ่ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรทางคณิตศาสตร์เพื่อแทนสิ่งต่าง ๆ ที่แตกต่างกันได้ด้วยตนเอง จนนำไปสู่การสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เช่น การที่กำหนดให้ x แทนอายุของพ่อ และ ให้ x แทนอายุของลูก สมการที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาแล้วคำตอบที่ได้จะเหมือนกัน

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมวิธีการต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการตอบคำถามมีการโต้ตอบที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และระบุได้ว่าสมการที่เกิดจากตัวแปรที่กำหนดในส่วนแรก ถึงแม้จะมีความแตกต่าง แต่เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าเป็นการแก้ปัญหาในลักษณะเดียวกัน เพียงแต่ความหมายของตัวแปรที่กำหนดนั้นมีความแตกต่าง และสามารถแสดงการประเมินคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เมื่อสิ้นสุดสถานการปัญหาแรกนักเรียนจะได้รับสถานการณ์ปัญหาใหม่เพื่อกลับไปทำเป็นการบ้านและนำมาอภิปรายร่วมกันในคาบถัดไป พบว่านักเรียนทุกคนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ส่วนใหญ่แสดงวิธีการแก้ปัญหาในแบบเดียวกัน และยังพบว่ามีบางส่วนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี

ในท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดสถานการณ์ที่สาม เพื่อให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการตรวจให้คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน พบว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 42.96

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.73 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45.56

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.93

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.15

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.49 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.81

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.93

จากคะแนนที่ได้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ *t*-test dependent เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S	df	t
ก่อนเรียน	45	21.11	20.23	44	20.38*
หลังเรียน	45	76.79	10.61		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha = .01,\ df = 44} = 2.41$)

จากตารางที่ 4-6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เท่ากับร้อยละ 21.11 และร้อยละ 76.79 คะแนน ตามลำดับ จากการทดสอบสมมติฐานพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน โดยใช้สถิติ *t*-test one sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	μ_0 (70%)	$\overline{X}$	S	df	t
ความสามารถในการเชื่อมโยง	45	12.60	13.82	1.91	44	4.29*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha = .01, df = 44}$ = 2.41)

จากตารางที่ 4-7 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เท่ากับ 13.82 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.79 จากการทดสอบสมมติฐานพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

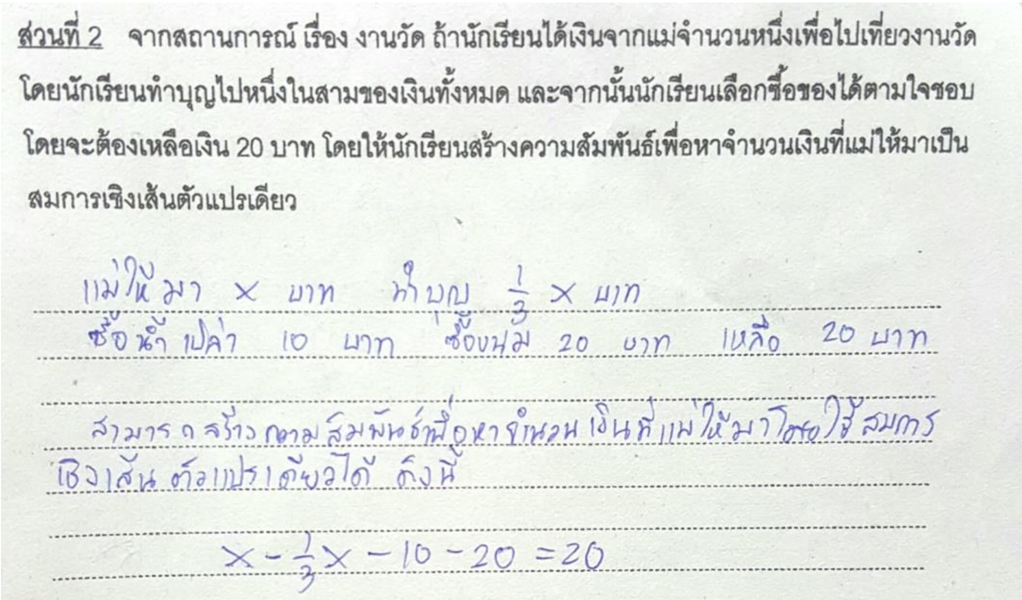
นอกจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

	ข้อที่	**จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (คน)**			
		0 คะแนน	**1 คะแนน**	**2 คะแนน**	**3 คะแนน**
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	1	-	2	16	27
	2	-	1	20	24
	3	-	6	27	12
	4	-	7	23	15
	5	-	5	14	26
	6	-	8	30	7
ร้อยละของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ		-	10.74	48.15	41.11

จากตารางที่ 4-8 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 48.15 สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน รองลงมาร้อยละ 41.11 สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด และนักเรียนร้อยละ 10.74 สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงแต่ไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด



<u>ส่วนที่ 2</u> จากสถานการณ์ เรื่อง งานวัด ถ้านักเรียนได้เงินจากแม่จำนวนหนึ่งเพื่อไปเที่ยวงานวัด โดยนักเรียนทำบุญไปหนึ่งในสามของเงินทั้งหมด และจากนั้นนักเรียนเลือกซื้อของได้ตามใจชอบ โดยจะต้องเหลือเงิน 20 บาท โดยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แม่ให้มา x บาท ทำบุญ $\frac{1}{3}x$ บาท

ซื้อน้ำเปล่า 10 บาท ซื้อขนม 20 บาท เหลือ 20 บาท

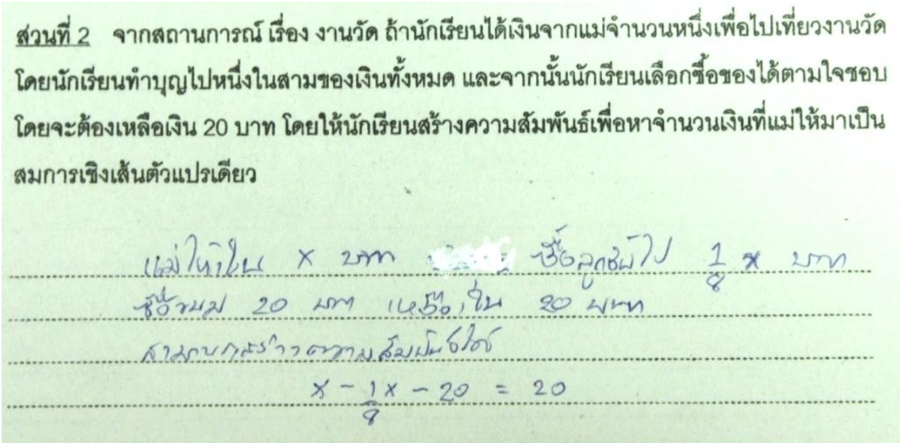
สามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ดังนี้

$$x - \frac{1}{3}x - 10 - 20 = 20$$

ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด

จากภาพที่ 4-10 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง มีการกำหนดสินค้าที่ซื้อได้ด้วยตนเอง และแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างความสัมพันธ์ของสถานการณ์และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องทั้งหมด

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน



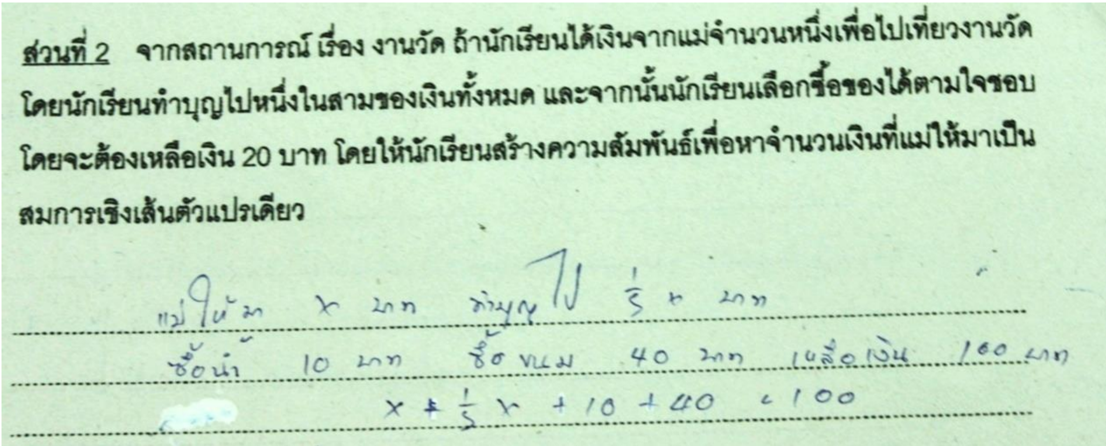
<u>ส่วนที่ 2</u> จากสถานการณ์ เรื่อง งานวัด ถ้านักเรียนได้เงินจากแม่จำนวนหนึ่งเพื่อไปเที่ยวงานวัด โดยนักเรียนทำบุญไปหนึ่งในสามของเงินทั้งหมด และจากนั้นนักเรียนเลือกซื้อของได้ตามใจชอบ โดยจะต้องเหลือเงิน 20 บาท โดยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แม่ให้เงิน x บาท ซื้อลูกชิ้นไป $\frac{1}{8}x$ บาท
ซื้อขนม 20 บาท เหลือเงิน 20 บาท
สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้
$x - \frac{1}{8}x - 20 = 20$

ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน

จากภาพที่ 4-11 จะเห็นว่านักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร และแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สร้างความสัมพันธ์โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ถูกต้อง แต่เมื่อพิจารณาสมการจะพบว่าค่า x ที่แทนจำนวนเงินที่แม่ให้มานั้นเป็นตัวเลขที่ไม่สอดคล้องกับการให้เงินสดในชีวิตจริง

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงแต่ไม่ถูกต้อง


ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์ เรื่อง งานวัด ถ้านักเรียนได้เงินจากแม่จำนวนหนึ่งเพื่อไปเที่ยวงานวัด โดยนักเรียนทำบุญไปหนึ่งในสามของเงินทั้งหมด และจากนั้นนักเรียนเลือกซื้อของได้ตามใจชอบ โดยจะต้องเหลือเงิน 20 บาท โดยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แม่ให้มา x บาท ทำบุญไป $\frac{1}{5}x$ บาท

ซื้อน้ำ 10 บาท ซื้อขนม 40 บาท เหลือเงิน 100 บาท

$x + \frac{1}{5}x + 10 + 40 = 100$

ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงแต่ไม่ถูกต้อง

จากภาพที่ 4-12 จะเห็นว่านักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้แต่ความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวนั้นไม่ถูกต้อง และจำนวนเงินที่เหลือไม่สอดคล้องกับจำนวนเงินที่สถานการณ์กำหนดให้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-6 ในส่วนของความสามารถการเชื่อมโยงในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สนับสนุนให้เกิดการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ พบว่านักเรียนค่อนข้างให้ความสนใจในการกำหนดข้อมูล เกิดการคิดเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับความรู้เดิมของนักเรียนโดยการพิจารณาข้อมูลที่จำเป็นและสิ่งที่โจทย์ต้องการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบภายในกลุ่มย่อย ส่งผลให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่มย่อย เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงโดยการสร้างความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ในส่วนนี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในส่วนนี้นักเรียนได้อภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหา และพิจารณาว่าแนวทางนั้นมีความสอดคล้อง และเหมาะสมกับชีวิตจริงหรือไม่อย่างไร เช่น การพิจารณาถึงตัวเลข ลักษณะของการกำหนดตัวแปร เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดการเชื่อมโยงข้อมูลในแบบใหม่ ๆ และพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในส่วนที่สองของสถานการณ์ปัญหาซึ่งนักเรียนต้องเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงด้วยตนเอง โดยการกำหนดสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเอง จากนั้นสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ปัญหาที่ตนกำหนดขึ้นให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลที่กำหนดขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและนักเรียนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์นั้นด้วยตนเอง

ในขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่โดยทำเป็นการบ้านด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อีกครั้งในกระบวนการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์ปัญหาที่สามนักเรียนต้องแสดงการเชื่อมโยงในชั้นเรียนด้วยตนเอง ผู้วิจัยนำการแสดงการเชื่อมโยงในส่วนท้ายของสถานการณ์ที่สามมาตรวจให้คะแนน เพื่อประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน พบว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 1.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 39.26

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 1.42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.41

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถกำหนดค่าต่าง ๆ และสร้างความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ โดยผู้วิจัยต้องให้ความช่วยเหลือในการกำหนด โดยการระบุสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเพื่อใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์จากนั้นให้นักเรียนเพิ่มเติมในส่วนของตัวเลขซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดตัวเลขที่ไม่สอดคล้อง กับชีวิตจริงโดยพิจารณาจากการลองแก้ปัญหาจากตัวเลขเหล่านั้น และยังพบว่านักเรียนสร้างความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ไม่ถูกต้อง ถึงแม้ว่าจะให้ความช่วยเหลือในการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงแล้ว ผู้วิจัยจึงต้องให้ความช่วยเหลือในการสร้างความสัมพันธ์ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 1.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.70

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย 1.98 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.93

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดสถานการณ์รวมถึงค่าที่เป็นตัวเลขสำหรับใช้ในการสร้างความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยลดความช่วยเหลือในการกำหนดค่าต่าง ๆ และยังพบว่านักเรียนมากกว่าครึ่งสามารถสร้างความสัมพันธ์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนกำหนดขึ้นเองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย 2.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 2.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.26

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 นักเรียนสามารถระบุข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้แต่ยังคงพบข้อผิดพลาดเล็กน้อย เช่น ตัวเลขที่กำหนดไม่เหมาะสมเมื่อทดลองแก้ปัญหา และสามารถสร้างความสัมพันธ์จากสถานการณ์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเองให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

จากคะแนนที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จำนวน 6 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.8 – 1 ความยากง่าย 0.43-0.58 ค่าอำนาจจำแนก 0.36-0.83 และมีค่าความเชื่อมั่น .83 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็น 1 ความยากง่าย 0.49-0.60 อำนาจจำแนก 0.45-0.71 และมีค่าความเชื่อมั่น .90 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยอภิปรายผลเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 77.11 พบว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ที่ได้ตั้งไว้ ผลที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการทดสอบโดยใช้แบบฝึกหัดท้ายบททุกครั้งที่ทำการทดสอบนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้น และพบว่าในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ในช่วงแรกโดยเฉพาะในแผนที่ 1 นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องมีการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมากเพื่อให้นักเรียนได้แสดงการค้นหาปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การประเมินคำตอบ และเมื่อนักเรียนเริ่มมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ลดบทบาทของตนเองในการช่วยเหลือลงเรื่อย ๆ พบว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เขียนแสดงการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ผลที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเพื่อสร้างความสนใจและท้าทายความสามารถให้นักเรียนค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากสถานการณ์ที่เปิดกว้างใน

แนวทางการแก้ปัญหา และมุ่งเน้นพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา และการสื่อสารกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

ในส่วนของวิธีการแบบเปิดนั้นผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายโดยอาศัยความรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เพื่อให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพที่นักเรียนมี กระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิด และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Becker and Shimada (1997, p. 1) ที่กล่าวว่าวิธีการแบบเปิดนั้นจะใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ได้มีวิธีการหรือคำตอบเพียงแนวทางเดียว และใช้ความหลากหลายของวิธีการในการแก้ปัญหานี้เพื่อให้นักเรียนได้หาประสบการณ์หรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ ทักษะ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว และ Nodha (2000, pp. 46-47) กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดว่า เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าถึงสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ตอบสนองต่อความสามารถและความสนใจที่แตกต่างกัน และสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สนับสนุนการสืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา และสร้างปัญหาด้วยตนเอง จากกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนจะได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และได้เรียนรู้พื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552 ก, หน้า 67) กล่าวว่าวิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนทุกคนสามารถแสดงออกเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เปิดโอกาสให้พวกเขาได้ค้นคว้าด้วยวิธีการที่เขารู้สึกมั่นใจทำให้เกิดการแก้ปัญหาในแง่มุมที่หลากหลาย จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจในการค้นพบการแก้ปัญหาตามความสามารถของแต่ละบุคคลส่งผลให้สามารถดึงเอาศักยภาพและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านนำวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และการวิจัยทางการศึกษา ดังเช่น Becker and Shimada (1997) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาปลายเปิดพบว่าการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้เกิดการพัฒนาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิม เป็นการหาคำตอบของปัญหาโดยอาศัยความรู้เดิม ทักษะ และการคิดบูรณาการเข้าด้วยกัน ซึ่งการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้จะส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเรียนรู้โดยการปฏิบัติ สอดคล้องกับ Suriyon (2013, pp. 284-289) ที่ได้ศึกษาปัจจัยทางด้านเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งผลต่อพัฒนาการในด้านกลวิธีการรู้คิดของผู้เรียน ซึ่งพิจารณาในด้านพฤติกรรม

การแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่อาศัยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาค่อย ๆ พัฒนาขึ้น ในระยะสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองสามารถวางแผนกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาเองได้อย่างอิสระ

ในส่วนของรูปแบบ SSCS นั้นเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา เชื่อมโยงแนวคิดและประสบการณ์ สร้างคำตอบด้วยตนเอง ทำให้การแก้ปัญหาเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างเต็มความสามารถและเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Pizzini et al. (1989, pp. 528-529) ที่ได้กล่าวถึงการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ว่า เป็นรูปแบบที่เน้นพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนเป็นรายบุคคลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ ช่วยให้กระบวนการแก้ปัญหามีความรัดกุมมากขึ้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา คิดอย่างมีเหตุผลและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอปัญหาและคอยกระตุ้นผู้เรียนให้คิดถึงปัญหา และค้นหาองค์ประกอบจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและคำตอบที่สมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) การค้นหาปัญหา (Search: S) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา 2) การแก้ปัญหา (Solve: S) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบ 3) การสร้างคำตอบ (Create: C) เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา มาจัดกระทำเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและอธิบาย 4) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล และวิธีการในการแก้ปัญหา จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการใช้รูปแบบ SSCS ในการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ทำให้มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำรูปแบบ SSCS ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และการวิจัยทางคณิตศาสตร์ ดังที่ สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ เบญจวรรณ ภักดีพงษ์ (2557) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นริศรา สำราญวงษ์ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการแบบเปิดและรูปแบบ SSCS สามารถทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS จึงเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

การค้นหาปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด และขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เมื่อครูนำสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเข้ามาในชั้นเรียนพบว่านักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ถึงข้อมูลที่อยู่ในสถานการณ์เหล่านั้น ซึ่งในช่วงแรกผู้สอนต้องช่วยเหลือ กระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ เมื่อต้องพบกับสถานการณ์ปัญหาใหม่นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการค้นหาข้อมูลได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการที่นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ด้วยตนเอง โดยครูลดความช่วยเหลือลงเรื่อย ๆ และในแผนท้าย ๆ พบว่านักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ด้วยตนเองโดยที่ครูไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้นมาก สอดคล้องกับ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 71-78) ที่กล่าวว่าสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาได้ และ Inprasitha (2011, pp. 57-59) ที่ได้กล่าวถึงขั้นที่ 1 ของวิธีการแบบเปิดว่า ในระยะแรกนักเรียนบางคนอาจจะเกิดความสับสนเพราะไม่คุ้นเคยกับการตอบปัญหา ที่เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ เพื่อให้เข้าใจปัญหาครูต้องให้ความช่วยเหลือโดยการกระตุ้นด้วยคำถาม เพิ่มข้อมูล ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิด หรือใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม หลังจากนักเรียนเริ่มคุ้นเคยและเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแล้วจะทำให้นักเรียนสามารถสืบสอบค้นหาข้อมูลได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของวิธีการแบบเปิด และ รูปแบบ SSCS ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กระบวนการนี้เกิดขึ้นในขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ซึ่งในส่วนนี้นักเรียนได้นำความรู้ที่เคยเรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่ตนเองมีความมั่นใจตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยการแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม ในช่วงแรกเห็นได้ว่านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับลักษณะของสถานการณ์ปัญหา ครูจึงจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนรู้มาแล้วมาใช้แก้ปัญหา เมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยมากขึ้นทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างรวดเร็ว สังเกตได้จากการที่นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ตนเองคิดว่าเหมาะสม และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ในส่วนนี้ทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาในแนวทางที่หลากหลาย และเป็นไปอย่างมีระบบ รวมถึงแสดงวิธีการแก้ปัญหาออกมาเพื่อใช้ในการสื่อสาร และอธิบายแนวคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ Nodha (2000, pp. 46-47) ที่กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าถึงสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ตอบสนองต่อความสามารถและความสนใจที่แตกต่างกัน และสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สนับสนุนการสืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา และสร้างปัญหาด้วยตนเอง จากกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนจะได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และได้เรียนรู้พื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และอัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 8-9) ได้กล่าวว่ากิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานั้น อาจเป็นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์นั้น และสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา หรือตัดสินใจ ในการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวทางการแก้ปัญหา และหาคำตอบนี้เป็นส่วนสำคัญในขั้นการแก้ปัญหาและการสร้างคำตอบในรูปแบบ SSCS ของ Pizzini et al. (1989, p. 258) ที่นักเรียนต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา นำไปสู่คำตอบและเขียนอธิบายการแก้ปัญหาเหล่านั้นออกมาเพื่อสื่อสารอธิบายให้ผู้อื่นได้เกิดการเรียนรู้ จึงก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

การประเมินคำตอบของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS กระบวนการนี้เกิดขึ้นในขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ในขั้นที่ 3 นักเรียนได้แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบและสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาเดิม ซึ่งในระหว่างการแลกเปลี่ยนแนวคิด ประเมินการแก้ปัญหาและคำตอบนั้น ครูจะให้ความช่วยเหลือสนับสนุนให้เกิดการอภิปรายเพื่อให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหาและตระหนักถึงความสอดคล้องของคำตอบที่ได้และในขั้นที่ 4 นักเรียนได้แสดงการประเมินคำตอบด้วยตนเองจากการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ซึ่งเป็นไปตาม ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 71-78) ที่กล่าวว่าการพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการในการแก้ปัญหานั้นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ ฝึกตีความหมายของคำตอบ เช่นคำตอบนั้นสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่เหมาะสมเพียงใด สนับสนุนให้นักเรียนใช้วิธีการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี และให้นักเรียนฝึกสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 76.79 พบว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากผลสรุปดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS นั้นส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูล เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในช่วงแรกผู้สอนต้องให้ความช่วยเหลือกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อการค้นหาข้อมูล และลดความช่วยเหลือลงเรื่อย ๆ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดีจากการที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2556, หน้า 13) ที่กล่าวว่าการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยความรู้ละประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วยในการเชื่อมโยงสถานการณ์ดังที่ กรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ที่ได้เสนอองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนต้องมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์โดยการนำข้อมูลที่ได้ในขั้นที่ 1 มาสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ กรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) คือ มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องและการจัดการเรียนรู้ควรสอดแทรกกิจกรรม หรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นกลุ่มย่อย เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 58-59) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขาผู้เรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกกับการเรียนรู้ และได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งปัญหาที่ให้ควรเป็นปัญหาเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ และควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการนำเสนอและอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด ประเมินวิธีการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงวิธีการต่าง ๆ ให้เห็นความสอดคล้องและตระหนักถึงความเหมาะสม มีการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาเดิมเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด และเชื่อมโยงสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 58-59) คือผู้สอนควรกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนที่เคยเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามนำให้เกิดการอภิปราย เช่น “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” “มีความคิดแตกต่างจากนี้หรือไม่” “คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่” ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียนเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง เป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนให้เชื่อมโยงความคิดรวบยอดทาง

คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และชีวิตจริง และกรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ที่เสนอว่า ความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลเป็นองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ๆ นักเรียนจะได้พบกับสถานการณ์ปัญหาใหม่ และเริ่มต้นกระบวนการทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดและพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากทั้ง 4 ขั้นของการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ชัดว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS นั้นช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษาหลายท่านที่ได้นำวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เช่น ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552 ข, หน้า 83-95) ได้อภิปรายผลจากการนำ “การศึกษาชั้นเรียน” (Lesson study) และ “วิธีการแบบเปิด” (Open approach) ไปใช้ในโรงเรียนในโครงการโรงเรียนในฝันเพาะปัญญา ในปีการศึกษา 2549 เป็นกรณีศึกษา โรงเรียนคูคำพิทยาสรรค์ และโรงเรียนชุมชนบ้านชนบท ในด้านของนักเรียนค่อนข้างเห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเจตคติ ค่านิยม และพัฒนาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้นรวมถึงกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับวาสุกรี ใจจันทร์ (2555) ที่ได้ศึกษาลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการแบบเปิดในการจัดการเรียนรู้ พบว่าในขณะที่จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้เกิดลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ขึ้น 5 ลักษณะ ได้แก่ การเชื่อมโยงเชิงโมเดล การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงระหว่างสาระคณิตศาสตร์ และจารุวรรณ ชินอ่อน (2558) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์บทบาทของสื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนการสอนด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า บทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงประเด็นสำคัญ ด้วยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกัน (Unifying themes) ทำให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน โดยนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ บทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านมุมมองกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process) สื่อการเรียนรู้แสดงบทบาทเคลื่อนย้ายจากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม และในขณะเดียวกันก็สามารถเคลื่อนย้ายจากสิ่งที่เป็น

รูปธรรมให้เป็นนามธรรมได้และบทบาทของสื่อการเรียนรู้ช่วยนักเรียนแก้ปัญหาเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านมุมมองตัวเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Connector) พบว่า สื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้แสดงบทบาททำให้นักเรียนเคลื่อนย้ายความเข้าใจจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นนามธรรมในรูปแบบการแทนค่าด้วยตัวเลข และวิภาพร สุทธิอัมพร (2558) ได้ทำการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างความรู้และแนวคิดในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความเปิดโดยการใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นการคิดที่เป็นธรรมชาติของนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่อมาการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนนี้ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกตื่นเต้นและกระตือรือร้นเมื่อนักเรียนค้นพบว่าสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกมั่นใจในแนวคิดของตนเององค์ประกอบด้านจิตพิสัยนี้เป็นรากฐานของการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน พบว่าในบางสถานการณ์นักเรียนไม่แสดงการประเมินคำตอบ หรือแสดงไม่ถูกต้องมากกว่า 40% แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนยังไม่เห็นถึงความสำคัญของการแสดงการประเมินคำตอบ ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้สอนที่นำวิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรให้ความสำคัญ หรือเน้นย้ำในกระบวนการประเมินคำตอบ เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ และเพื่อการพัฒนาความสามารถดังกล่าวได้อย่างเต็มที่

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มุ่งเน้นที่การใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามศักยภาพของแต่ละบุคคล จึงทำให้เกิดวิธีการหรือคำตอบที่หลากหลาย ดังนั้นผู้สอนต้องให้

ความสนใจในแนวคิดที่เป็นไปได้ทั้งหมด และต้องให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เขามั่นใจและคิดว่าเหมาะสมที่สุด

3. การใช้คำถามควรเป็นคำถามที่ใกล้ตัวนักเรียนสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ และอธิบายถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเกิดกระบวนการกลุ่มในกลุ่มย่อย และทั้งชั้นเรียน ดังนั้นการสร้างบรรยากาศควรมีการจัดห้องเรียนลักษณะเป็นกลุ่ม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สถิติ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่ส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. ควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิคหรือรูปแบบอื่น ๆ หรือรูปแบบ SSCS ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ เช่น คำถามระดับสูง กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา การสอนแบบแนะให้รู้คิด เป็นต้น

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จารุวรรณ ชินอ่อน. (2558, กรกฎาคม-กันยายน). บทบาทของสื่อการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38*(3), 143-151.

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544). *ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์ Teaching Mathematics: A Sourcebook of Aids, Activities, and Strategies.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: พี บาลานซ์ไซด์แอนปริเนติ้ง.

ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม. (2555). *เอกสารประกอบการสอน: สถิติเพื่อการวิจัยทางการศึกษา (Statistics for educational research).* นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

นริศรา สำราญวงษ์. (2560, มกราคา-มีนาคม). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19*(1), 254-264.

บรรดล สุขปิติ. (2553). *หลักสูตรและนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

บรรดล สุขปิติ. (2553). *หลักสูตรและนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม. มหาวิทยาลัยราชภัฎนครปฐม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เบญจวรรณ ภักดีพงษ์. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). *“หน่วยที่ 9 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์” ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มงคล แสนประเสริฐ และกัลยา โอสถผสม. (17 กรกฎาคม 2559). ครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์). สัมภาษณ์.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2552 ก, พฤษภาคม, 5-30). *การวางแผนการสอนคณิตศาสตร์ (Construction of lesson plan in mathematics)*. คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach). ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 64-73.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2552 ข, พฤษภาคม, 83-95). *ผลจากการนำ “การศึกษาชั้นเรียน” (Lesson study) และ “วิธีการแบบเปิด” (Open approach). ไปใช้ในโรงเรียนในโครงการโรงเรียนในฝันเพาะปัญญา ในปีการศึกษา 2549*. คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach). ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 83-95.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). *การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547, มกราคม-มิถุนายน). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education*, *1*(1), 1-17.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลัดดา ศิลาน้อย. (2548, มกราคม- มีนาคม). ปัญหาปลายเปิด Open approach ในนวัตกรรมการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *29*(1), 24-34.

วัชรี กาญจน์กีรติ. (2554). *การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* เพชรบุรี: สาขาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

วาสุกรี ใจจันทร์. (2555, เมษายน-มิถุนายน). ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (บศ.)*, *12*(2), 116-127.

วิภาพร สุทธิอัมพร. (2558, ตุลาคม-ธันวาคม). กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เน้นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้และแนวคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16*(4), 93-104.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอนรายวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย.* กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2 Teaching behavior in mathematics 2.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวิวรรณ ศรีคร้ามครัน. (2556). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: 3 คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556 ก). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* สมุทรปราการ: แอดวานซ์ ปริ้นติ้งเซอร์วิส จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556 ข, พฤษภาคม). *เอกสารสำหรับผู้รับการอบรม โครงการอบรมครูด้วยระบบทางไกล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา หลักสูตรมาตรฐานการอบรมครู ปีที่ 3 (ฉบับปรับปรุง).*

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ Research Methods in Behavioral and Social Sciences.* ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย Statistical methods for research* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สันนิสา สมัยอยู่. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.* ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สุชาดา ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท., 42*(188), 35-39.

สุชาติ ฉัตรเจต. (ม.ป.ป.) *ปัญหาปลายเปิดสำคัญไฉน ในคณิตศาสตร์ เรียนรู้อย่างมีความหมาย.* เข้าถึงได้จาก http://math.thepbodint.ac.th/topmenu.php?c=listknowledge&q_id=454

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจนีย์. (2550). *การวัดและประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA).* กรุงเทพฯ: เซเว่น พริ้นติ้ง กรุ๊ป.

สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนาวิชาชีพครูแนวใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *KKU Journal of Mathematics Education*, *1*(1), 18-28.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง .(2556). “ *หน่วยที่ 10 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

Awang, H., & Ramly, I. (2008). Creative thinking skill approach through problem-based learning: pedagogy and practice in the engineering classroom. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, *2*(4), 334-339.

Baroody, A. J. (1987). *Children’s mathematical thinking*. New York: Teachers College Press.

Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: a new proposal for teaching mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Butts, D. F., & Jones, Howard H. L. (1966, August). Inquiry training and problem solving in elementary school children. *Journal of Research in Science Teaching*, *4*(1), 21-27.

Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. (1982, January). The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application on earthScience subject matter. *Science Education*, *66*(1), 85-93.

Chin, C. (1997). Promoting higher cognitive learning in science through a problem-solving approach. *National Institute of Education (Singapore)*, (1), 7-11.

Clyde, C. G. (1967). *Teaching mathematics in the elementary school*. New York: The Ronald Press.

Cruikshank, D. E., & Sheffield, L. J. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics.* New York: John Wiley & Sons.

Freundlich, L. (1978, January). The problem in inquiry. *The Science Teacher*, *45*(1), 19-22.

Gagne', R. M. (1970). *The condition of learning* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Hudgins, B. (1977) .*Learning and thinking: A primer for teachers*. Illinois: F. E. Peacock Publishers.

Inprasitha, M. (2011). One feature of adaptive lesson study in thailand: designing a learning unit. *Juournal pf Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 34*(1), 47-66

Kennedy, L. M. (1984). *Guiding children's learning of mathematics* (4th ed.). California: Wadsworth.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.

Mitchell, W. E., & Kowalik, T. F. (1999). *Creative problem solving* (3rd ed.). Retrieved from http://www.geocities.ws/jdkilp/Creative_Problem_Solving.pdf

Nationaal council of teacher of mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, Virginia: National council of teacher of mathematics.

Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in japanese mathematics classroom. In T. Nakahara, & M. Koyama (Eds.), *Pro-ceedings 24th of the conference of the International group for the psychology of mathematics education*, *1*, 39-53.

Nohda, N. (n.d.). *A study of "open approach" method in school mathematics teaching: focus on mathematical problem solving activities & emclesh*. Ibaraki: Institute of Education, University of Tsukuba.

Oh, N. K., Jung, S. P., & Jee, H. P. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review, 7*(1), 51-61

Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1989). A rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, *73*(5), 523-534.

Polya, G. (1985). *How to solve it: A new aspect of mathematical method.* New York: Doubleday and Company Garden City.

Sternberg, R. J. (1986). *Critical thinking: Its nature, measurement, and improvement. In F. R. Link (Ed.), Essays on the Intellect*. pp. 45-65. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Suriyon, A. (2013). Contextual factors in the open approach-based mathematics classroom affecting development of students' metacognitive strategies. *Sociology Mind, 13*(4), 284-289.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.เชวง ซ้อนบุญ	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร. สมพงษ์ ปั้นหุ่น	อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร. สมคิด อินเทพ	อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. นางศศิธร อัจจิมาธร	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์)
5. นางอาภรณ์ ดวงรัตน์	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ ว.๑๔๙๐ **วันที่** ๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.เชวง ซ้อนบุญ

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙

ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ / ว.๑๔๙๐ **วันที่** ๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ ว.๑๔๙๐ **วันที่** ๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมคิด อินเทพ

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ว. ๙๙๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางศศิธร อัจจิมาธร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๙๘-๘๓๐๓๙๕๘

ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ว.๙๙๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางอาภรณ์ ดวงรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๙๘-๘๓๐๓๙๕๘

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๒๐๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๖ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการมีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๖ จำนวน ๔๖ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๗ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๓ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัยโทร ๐๙๘๘๓๐๓๙๕๘

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๒๒๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๑ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายกฤษฎา ขุนอาจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๔ จำนวน ๔๕ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙, ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
โทรผู้วิจัย ๐๙๘-๘๓๐๓๙๕๘

ภาคผนวก ข

- ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน

- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังรียน

- ค่า x และ x^2 ในการหาความแปรปรวนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียนที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α - *Coefficient*)

- ค่า S_t^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α - *Coefficient*) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน

ตารางภาคผนวก ข-1 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	**ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน**					$\overline{X}$	S	**ระดับความเหมาะสม**
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-1 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน					$\overline{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-2 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน					$\overline{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-3 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน					$\overline{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-4 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน					$\overline{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-5 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-6 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน					$\overline{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
สาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS								
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-6 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อพบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-7 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ทั้งหมด 6 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	$\overline{X}$	S	**ระดับความเหมาะสม**
1	4.78	0.35	มากที่สุด
2	4.78	0.35	มากที่สุด
3	4.78	0.35	มากที่สุด
4	4.78	0.35	มากที่สุด
5	4.78	0.35	มากที่สุด
6	4.78	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.78	0.35	มากที่สุด

จากตารางภาคผนวก ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS มีค่าเฉลี่ยเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.35)

ตารางภาคผนวก ข-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**					$IOC = \frac{\sum R}{N}$	**ผลการวิเคราะห์**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
4	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้

จากตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เรื่อง ทฤษฎีบท

พีทาโกรัส จำนวน 4 ข้อ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.8 – 1

ตารางภาคผนวก ข-9 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา/ จุดประสงค์การเรียนรู้	**ข้อที่**	**ค่าความยากง่าย**	**ค่าอำนาจจำแนก**	**ผลการพิจารณา**	**ผลการคัดเลือก**
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	1	0.38	0.33	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	0.43	0.36	ใช้ได้	คัดเลือก
บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	3	0.58	0.83	ใช้ได้	คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	4	0.58	0.83	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก

จากตารางแสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.38 - 0.58 และมีค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.33 – 0.83

เลือกข้อสอบข้อที่ 2 และ 3 ที่มีค่าความยากง่าย 0.43, 0.58 และค่าอำนาจจำแนก 0.36, 0.83 ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

ตารางภาคผนวก ข-10 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนรายข้อ

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	S_i^2
2	107	313	1.42
3	73	149	0.74
รวม			$\sum S_i^2 = 2.16$

ตารางภาคผนวก ข-11 ค่า $\sum x$ และ $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

คนที่	x	x^2
1	10	100
2	8	64
3	7	49
4	8	64
5	8	64
6	6	36
7	5	25
8	5	25
9	4	16
10	4	16
11	4	16
12	4	16
13	4	16
14	4	16

ตารางภาคผนวก ข-11 (ต่อ)

คนที่	x	x^2
15	4	16
16	4	16
17	4	16
18	4	16
19	4	16
20	4	16
21	3	9
22	3	9
23	4	16
24	3	9
25	3	9
26	4	16
27	3	9
28	2	4
29	3	9
30	4	16
31	4	16
32	3	9
33	3	9
34	4	16
35	4	16
36	3	9
37	3	9
38	3	9
39	4	16
40	4	16
41	3	9

ตารางภาคผนวก ข-11 (ต่อ)

คนที่	x	x^2
42	3	9
43	1	1
44	1	1
45	0	0
46	0	0
รวม	$\sum x = 180$	$\sum x^2 = 870$

ค่าความแปรปรวนรวมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α - *Coefficient*)

$$S_t^2 = \frac{n\sum x_t^2 - \left(\sum x_t\right)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{46(870) - (180)^2}{46(45)}$$

$$= \frac{34,730 - 28,561}{2,070}$$

$$= 3.68$$

ค่าความเชื่อมั่น (α - *Coefficient*) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right)$$

$$= \frac{2}{2-1}\left(1 - \frac{2.16}{3.68}\right)$$

$= \quad 0.83$

ตารางภาคผนวก ข-12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$IOC = \frac{\sum R}{N}$	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

จากตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 ข้อ ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็น 1 จากการแปลผลพบว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางภาคผนวก ข-13 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา/ จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวนได้	1	0.53	0.65	ใช้ได้	คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	0.51	0.63	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเงินได้	3	0.47	0.64	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	4	0.52	0.71	ใช้ได้	คัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้	5	0.52	0.55	ใช้ได้	คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	6	0.49	0.51	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ					
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการ	7	0.60	0.45	ใช้ได้	คัดเลือก

ตารางภาคผนวก ข-13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
เชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอายุได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	8	0.49	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ 1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละได้	9	0.49	0.48	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	10	0.50	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว 1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราเร็วได้	11	0.54	0.45	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	12	0.49	0.54	ใช้ได้	คัดเลือก

จากตารางแสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.47-0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.44-0.71

เลือกข้อสอบข้อที่ 1, 4, 5, 7, 10 และ 12 ที่มีค่าความยากง่าย 0.53, 0.52, 0.52, 0.60, 0.50, 0.49 และค่าอำนาจจำแนก 0.65, 0.71, 0.55, 0.45, 0.53, 0.54 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า

ความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามรถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

ตารางภาคผนวก ข-14 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียนรายข้อ

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	S_i^2
1	280	1,912	4.61
4	277	1,833	3.67
5	271	1,731	2.99
7	290	1,952	2.75
10	274	1,784	3.38
12	278	1,794	2.53
รวม			$\sum S_i^2 = 19.93$

ตารางภาคผนวก ข-15 ค่า $\sum x$ และ $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

คนที่	x	x^2
1	53	2809
2	49	2401
3	49	2401
4	53	2809
5	46	2116

ตารางภาคผนวก ข-15 (ต่อ)

คนที่	x	x^2
6	43	1849
7	45	2025
8	48	2304
9	43	1849
10	44	1936
11	39	1521
12	44	1936
13	42	1764
14	42	1764
15	39	1521
16	39	1521
17	41	1681
18	41	1681
19	40	1600
20	40	1600
21	39	1521
22	38	1444
23	35	1225
24	37	1369
25	36	1296
26	36	1296
27	36	1296
28	37	1369
29	34	1156
30	35	1225
31	35	1225
32	36	1296

ตารางภาคผนวก ข-15 (ต่อ)

คนที่	x	x^2
33	35	1225
34	34	1156
35	29	841
36	28	784
37	28	784
38	25	625
39	24	576
40	24	576
41	23	529
42	23	529
43	23	529
44	22	484
45	22	484
46	16	256
รวม	$\sum x = 1,670$	$\sum x^2 = 64,184$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

$$S_t^2 = \frac{n\sum x_t^2 - \left(\sum x_t\right)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{46(64,184) - (1,670)^2}{46(45)}$$

$$= 79.02$$

ค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right)$$

$$= \frac{6}{6-1}\left(1-\frac{19.93}{79.02}\right)$$

$$= 0.90$$

ภาคผนวก ค

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวน ต้องมีการกำหนดตัวแปรทางคณิตศาสตร์ แล้วสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนโดยใช้ตัวแปรทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลที่สถานการณ์กำหนดให้ จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหา และหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวนได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน

กิจกรรมการเรียนรู้

<u>คาบที่ 1</u>

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด

1. นักเรียนจัดกลุ่มกลุ่มละ 5 คน

2. ครูนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับจำนวนโดยใช้ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง

จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อค้นหาข้อมูล และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ดังนี้

- จากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนพบข้อมูลอะไรบ้าง
- สถานการณ์นี้ต้องการให้นักเรียนหาอะไร
- จากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนพบข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการเสนอแนวคิดร่วมกันภายในกลุ่ม โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม

- นักเรียนจะเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยใช้อะไร
- นักเรียนสามารถใช้ภาพเข้ามาช่วยได้หรือไม่ ทำอย่างไร
- นักเรียนสามารถใช้สมการได้หรือไม่ ทำอย่างไร
- นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

4. ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เป็นรายกลุ่ม โดยครูคอยช่วยเหลือชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี พร้อมทั้งประเมินคำตอบ ของแต่ละกลุ่มลงใน

ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง ซึ่งระหว่างที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ครูจะให้ความช่วยเหลือและคอยชี้แนะเป็นรายกลุ่มหากนักเรียนเกิดข้อสงสัย

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

5. นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยกลุ่มที่มีแนวคิดเหมือนกันครูจะเลือกมานำเสนอเพียง 1 กลุ่ม

6. นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ซึ่งระหว่างการแลกเปลี่ยนแนวคิดนั้น ครูจะต้องคอยช่วยเหลือ สนับสนุนให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน

7. ครูใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด วิธีการต่าง ๆ และให้นักเรียนพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว

- จากวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีการใดเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้มากที่สุด

8. ให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสถานการณ์ ในข้อคำถามท้ายใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง โดยการค้นหาข้อมูล และกำหนดข้อมูลเพิ่มเติม จากนั้นสร้างความสัมพันธ์โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

9. นักเรียนอภิปราย ในชั้นเรียนเพื่อให้การเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับชีวิตจริง โดยครูกระตุ้นโดยการใช้คำถาม และแสดงตัวอย่างประกอบ

- นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่
- ในการบรรจุมะม่วงในชีวิตจริงนักเรียนควรจะแบ่งใส่ถุงเป็นลูก ๆ หรือจะผ่าเป็นส่วน ๆ ให้เพื่อน เพราะอะไร

10. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง งานวันเด็ก เป็นการบ้านส่งในคาบถัดไป

<u>คาบที่ 2</u>

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่

11. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง งานวันเด็ก เป็นรายบุคคลหน้าชั้นเรียน โดยครูพิจารณาเลือกแนวคิดที่ต่างกัน จากนั้นครูช่วยเหลือ สนับสนุนให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน

12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหา และการสร้างความสัมพันธ์โดยการใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงในส่วนท้ายอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึง

ขั้นตอน กระบวนการในการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

13. ครูนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับจำนวนโดยใช้ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คริสต์มาส

14. นักเรียนเขียนแสดง การค้นหาปัญหา การแก้ปัญหาและสร้างคำตอบ การประเมินคำตอบ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อสร้างความสัมพันธ์โดยการใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นรายบุคคลในใบงานที่ 1.2 เรื่อง คริสต์มาส ส่งท้ายคาบ

การวัด และประเมินผล

รายการ	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	การตรวจ - ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง - แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง งานวันเด็ก - ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คริสต์มาส	- ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง - แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง งานวันเด็ก - ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คริสต์มาส	นักเรียนมีผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับจำนวนได้			นักเรียนมีผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สวนมะม่วง
2. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง งานวันเด็ก
3. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง คริสต์มาส

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์ดังกล่าว ส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อมูล ที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาด้วยตนเองในทันที จำเป็นต้องอาศัยการใช้คำถาม จากผู้วิจัยในการช่วยเหลือเพื่อให้กำหนดข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา เมื่อให้ความช่วยเหลือ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่สามารถระบุข้อมูล ที่ถูกต้องได้

ขั้นที่ 2 สืบสอบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนมีการพูดคุยภายในกลุ่มย่อย ใช้เวลานานในการดำเนินการแก้ปัญหา และส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบได้ ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือด้วยการใช้คำถามเพื่อให้เห็นแนวทางมากขึ้น เช่น ใช้ภาพได้หรือไม่ ใช้สมการได้หรือไม่ จะกำหนดตัวแปรอย่างไร เป็นต้น

ขั้นที่ 3 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนยังไม่กล้าที่จะตอบคำถาม ในช่วงแรกทำให้ใช้เวลานานในการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด ในส่วนของการเชื่อมโยงส่วนที่ 2 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการกำหนดสถานการณ์ปัญหาด้วยตัวเองในช่วงแรก ผู้วิจัยจำเป็นต้องให้ ความช่วยเหลือโดยการใช้คำถามเพิ่มเติม เช่น มะม่วงทั้งหมดมีกี่ผล ถ้าจะแบ่งให้เพื่อนนักเรียน ต้องการแบ่งใส่ถุง ถุงละกี่ผล ตัวแปรที่ใช้ควรกำหนดให้แทนจำนวนของอะไร เป็นต้น

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนด ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง แต่ยังพบว่ามีบางส่วนยังไม่สามารถระบุ ข้อมูลได้ถูกต้อง ในส่วนของการดำเนินการแก้ปัญหาพบว่าส่วนใหญ่ไม่สามารถดำเนินการ แก้ปัญหาจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ ในการเชื่อมโยงส่วนที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถ กำหนดข้อมูลเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่กำหนดขึ้นให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

ลงชื่อ .... ผู้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้

(นายกฤษฎา ขุนอาจ)

แบบสังเกตด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

<u>คำชี้แจง</u> ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงตามความเป็นจริงมากทีสุด

<table>
<tr><th rowspan="3">ที่</th><th rowspan="3">ชื่อ – สกุล</th><th colspan="9">พฤติกรรม</th><th rowspan="3">รวม</th><th rowspan="3">ผลการประเมิน</th></tr>
<tr><th colspan="3">เอาใจใส่ต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย</th><th colspan="3">ตั้งใจและรับผิดชอบทำงานจนสำเร็จ</th><th colspan="3">พยายามแก้ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการปฏิบัติงาน</th></tr>
<tr><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

เกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3 หมายถึง ปฏิบัติเป็นประจำ (มากกว่า 4 ครั้ง)

2 หมายถึง ปฏิบัติบ่อยครั้ง (2 - 3 ครั้ง)

1 หมายถึง ปฏิบัติน้อยครั้ง หรือไม่ปฏิบัติ (0 – 1 ครั้ง)

ผลการประเมิน

8 – 9 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

5 – 7 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้

3 – 4 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ใบงานที่ 1.1

รายชื่อ สมาชิก

ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....
ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....
ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....
ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....
ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ในสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

เรื่อง สวนมะม่วง

ส่วนที่ 1 แม่นกเป็นเจ้าของสวนมะม่วงมีลูกสาว 2 คน ชื่อ นิด กับ หน่อย

เช้าวันเสาร์อากาศแจ่มใส

แม่นก: “แม่ไปทำธุระในเมือง นิด หน่อย ช่วยกันเก็บมะม่วงในสวนให้แม่ที ใครเก็บได้มากกว่าแม่จะให้รางวัล”

นิด: “ได้จ้า”

หน่อย: “หนูเก็บได้เยอะกว่าพี่แน่”

เมื่อแม่นกกลับมาบ้าน

แม่นก: “เป็นอย่างไรบ้างใครที่จะได้รางวัลจากแม่”

นิด: “เราสองคนช่วยกันเก็บมะม่วงได้รวมกันทั้งหมด 252 ผล”

หน่อย: “พี่นิดกองมะม่วงไว้กองละ 9 ผล ส่วนหน่อยกองไว้กองละ 6 ผล นับมะม่วงรวมกันได้ทั้งหมด 34 กอง”

นิดและหน่อยเก็บมะม่วงได้คนละกี่ผลกันแน่นะ แม่นกคิดไม่ออกเลยมาช่วยคิดที

การค้นหาปัญหา (Search)

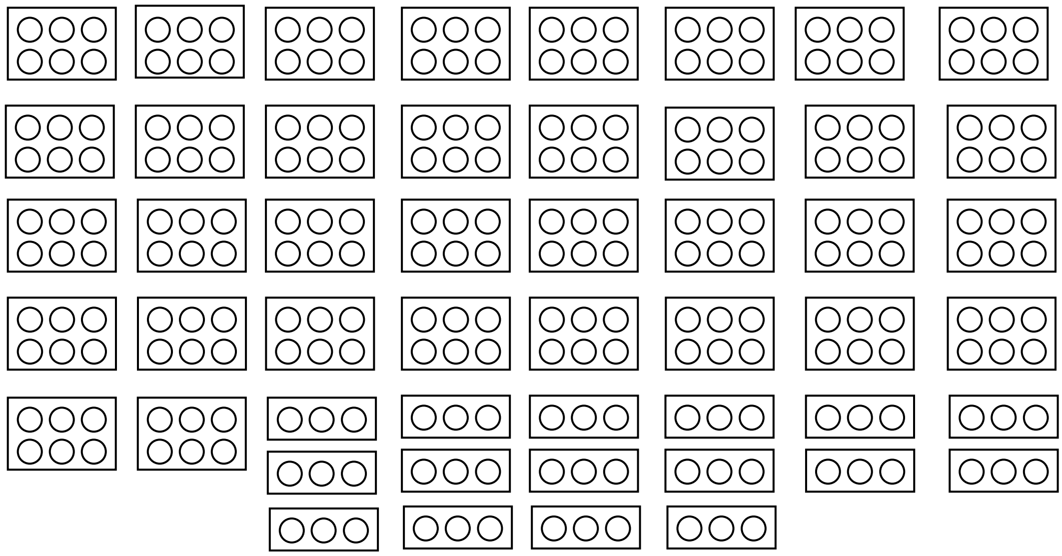
ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : นิดและหน่อยเก็บมะม่วงรวมกันได้ทั้งหมด 252 ผล
นิดกองมะม่วงไว้กองละ 9 ผล หน่อยกองมะม่วงไว้กองละ 6 ผล
มะม่วงมีทั้งหมด 34 กอง

โจทย์ต้องการให้หา : จำนวนมะม่วงที่นิดเก็บได้ และจำนวนมะม่วงที่หน่อยเก็บได้

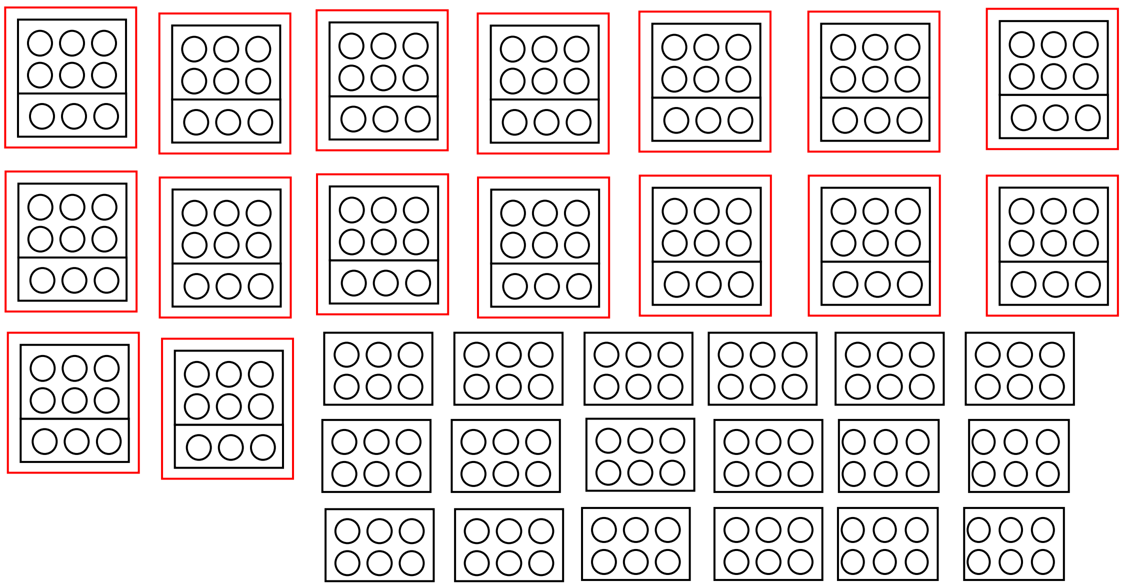
<u>การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ</u> (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

<u>วิธีที่ 1</u> วาดรูปแทนมะม่วงกองละ 6 ผล ทั้งหมด 34 กอง จะมีมะม่วง 204 ผล และนำมะม่วงที่เหลือ 48 ผล แบ่งไว้กองละ 3 ผล



จากนั้นนำมะม่วงกองละ 3 ผลรวมเข้าไปในกองละ 6 ผลจนหมด



จะได้ว่านิดเก็บมะม่วงได้ทั้งหมด 9 × 16 = 144 ผล

และ หน่อย เก็บมะม่วงได้ทั้งหมด 6 × 18 = 108 ผล

วิธีที่ 2 กำหนดให้นิดเก็บมะม่วงได้ X ผล

หน่อยเก็บมะม่วงได้ 252 - X ผล

นิดกองมะม่วงไว้กองละ 9 ผล คิดเป็นมะม่วง $\frac{X}{9}$ กอง

หน่อยกองมะม่วงไว้กองละ 6 ผล คิดเป็นมะม่วง $\frac{252 - X}{6}$ กอง

นับกองมะม่วงรวมกันได้ 34 กอง

จะได้สมการเป็น $\frac{X}{9} + \left(\frac{252 - X}{6}\right) = 34$

นำ ค.ร.น. ของ 9 และ 6 คือ 18 มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้

$$18 \times \left[\frac{X}{9} + \left(\frac{252 - X}{6}\right)\right] = 18 \times 34$$

$$18\left(\frac{X}{9}\right) + 18\left(\frac{252 - X}{6}\right) = 612$$

$$2X + 3(252 - X) = 612$$

$$2X + 756 - 3X = 612$$

$$(2X - 3X) + 756 = 612$$

$$-X + 756 = 612$$

$$-X = 612 - 756$$

$$-X = -144$$

$$X = 144$$

ดังนั้น นิดเก็บมะม่วงได้ 144 ผล และหน่อยเก็บมะม่วงได้ 252 – 144 = 108 ผล

วิธีที่ 3 ให้นิดเก็บมะม่วงได้ X กอง

หน่อยเก็บมะม่วงได้ 34 – X กอง

นิดกองมะม่วงไว้กองละ 9 ผล คิดเป็นมะม่วง 9X ผล

หน่อยกองมะม่วงไว้กองละ 6 ผล คิดเป็นมะม่วง 6(34 – X) ผล

ทั้งสองเก็บมะม่วงได้รวมกัน 252 ผล

จะได้สมการเป็น

$$9X + 6(34 - X) = 252$$

$$9X + 204 - 6X = 252$$
$$(9X - 6X) + 204 = 252$$
$$3X + 204 = 252$$
$$3X = 252 - 204$$
$$3X = 48$$
$$X = 16$$

ดังนั้น นิดเก็บมะม่วงได้ 16 กอง ทั้งหมด 16 × 9 = 144 ผล

หน่อยเก็บมะม่วงได้ 34 – 16 = 18 กอง ทั้งหมด 18 × 6 = 108 ผล

การประเมินคำตอบ

นิดเก็บมะม่วงได้ 144 ผล นำมากองไว้กองละ 9 ผล คิดเป็นมะม่วง $\frac{144}{9} = 16$ กอง

หน่อยเก็บมะม่วงได้ 252 – 144 = 108 ผล นำมากองไว้กองละ 6 ผล คิดเป็นมะม่วง $\frac{108}{6} = 18$ กอง

นับจำนวนกองมะม่วงรวมกันทั้งหมด 16 + 18 = 34 กอง เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์ปัญหา เรื่อง สวนมะม่วง ให้นักเรียนพิจารณาว่าในชีวิตจริงถ้านักเรียนและเพื่อนคนหนึ่งต้องนำมะม่วง 252 ลูก มาบรรจุใส่ถุงเพื่อแจกเพื่อน ๆ ในห้องเรียน 50 คน จะสามารถสร้างความสัมพันธ์โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาจำนวนมะม่วงที่นักเรียนบรรจุและที่เพื่อนบรรจุใส่ถุงได้อย่างไรบ้าง

ตัวอย่าง เช่น

1. มะม่วง 252 ผล ต้องบรรจุลงในถุง 50 ถุง เพื่อแจกเพื่อน

ให้นักเรียน บรรจุมะม่วงถุงละ 5 ลูก ทั้งหมด X ถุง

ให้เพื่อนบรรจุมะม่วง 6 ลูก ทั้งหมด 50 – X ถุง

สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อหาจำนวนมะม่วงที่นักเรียนบรรจุ และที่เพื่อนบรรจุไว้ ดังนี้

จำนวนมะม่วงที่นักเรียนบรรจุทั้งหมด คือ 5X ลูก

จำนวนมะม่วงที่เพื่อนบรรจุทั้งหมด คือ 6(50 – X) ลูก

จะได้สมการ ดังนี้ $5X + 6(50 - X) = 252$

2. มะม่วง 252 ผล ต้องบรรจุลงในถุง 50 ถุง เพื่อแจกเพื่อน

ให้นักเรียน บรรจุมะม่วงถุงละ 7 ลูก ทั้งหมด X ลูก

ให้เพื่อนบรรจุมะม่วงถุงละ 6 ลูก ทั้งหมด 252 – X ลูก

สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อหาจำนวนมะม่วงที่นักเรียนบรรจุ และที่เพื่อนบรรจุไว้ ดังนี้

นักเรียนบรรจุมะม่วงทั้งหมด $\frac{X}{7}$ ถุง

เพื่อนบรรจุมะม่วงทั้งหมด $\frac{252 - X}{6}$ ถุง

จะได้สมการ

$$\frac{X}{7} + \left(\frac{252 - X}{6}\right) = 50$$

แบบฝึกหัดที่ 1

ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ในสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

เรื่อง งานวันเด็ก

ส่วนที่ 1 เสาร์ที่สองของเดือนมกราคม ปี 2560

ครูกฤษ: "วันนี้ครูจะเอาขนมมาแจกเด็ก ๆ หัวหน้าห้องกับรองสองคน (กิ่ง, แก้ว, กาญ) ไปเลือกซื้อขนมที่ 7-Eleven มาให้ครูทีนะ"

กิ่ง, แก้ว, กาญ: "ได้ค่ะคุณครู"

ครูกฤษ: "ครูต้องการขนม 3 ประเภท 288 ชิ้น ทั้งสามคนเลือกหยิบได้ตามใจเลย"

ทั้งสามจึงตกลงกันว่า ให้กิ่งหยิบมันฝรั่ง แก้วหยิบสาหร่าย และกาญหยิบขนมปัง

ณ 7-Eleven กิ่ง แก้ว และกาญ เลือกขนมมาวางที่เคาเตอร์

พนักงาน: "จ่ายรวมกันเลยไหมคะ"

กิ่ง: "ใช่ค่ะ"

พนักงาน: 5,760 บาท ค่ะ"

หลังจากซื้อขนมเรียบร้อย ทั้งสามเอาขนมไปให้ครูกฤษและยื่นใบเสร็จให้ดู

ครูกฤษ: "โอ้โห! ขนมทั้งสามอย่างมีจำนวนเป็นเลขคู่เรียงติดกันเลย มันฝรั่งมีน้อยที่สุด และขนมปังมีมากที่สุด"

นักเรียนทุกคนช่วยกันคิดสิว่าแต่ละคนน่าจะหยิบขนมมาคนละกี่ชิ้น

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้:

- แก้วหยิบมันฝรั่ง กิ่งหยิบสาหร่าย และกาญหยิบขนมปัง ทั้งหมดรวมกันได้ 288 ชิ้น
- จำนวนของขนมที่ทั้งสามหยิบมาเป็นจำนวนคู่ เรียงติดกัน
- มันฝรั่งมีน้อยที่สุด ขนมปังมีมากที่สุด

โจทย์ต้องการให้หา : กิ่ง แก้ว และกาญ แต่ละคนหยิบขนมมากี่ชิ้น

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 ขนม 3 ประเภท 288 ชิ้น

ให้ กิ่ง แก้ว และกาญ หยิบมาเท่า ๆ กัน ได้คนละ $\frac{288}{3} = 96$ ชิ้น

ขนมที่แต่ละคนหยิบมามีจำนวนเป็นจำนวนคู่เรียงติดกัน โดยที่มันฝรั่งมีน้อยที่สุด และขนมปังมีมากที่สุด

ดังนั้น กิ่งหยิบมันฝรั่งมา 96 - 2 = 94 ชิ้น

แก้วหยิบสาหร่ายมา 96 ชิ้น

กาญหยิบขนมปังมา 96 + 2 = 98 ชิ้น

วิธีที่ 2 จำนวนมันฝรั่งน้อยที่สุด ขนมปังมากที่สุด และเป็นจำนวนคู่

ให้มันฝรั่งมี 2X ชิ้น สาหร่ายจะมี 2X + 2 ชิ้น และ ขนมปังจะมี 2X + 4 ชิ้น

จะได้สมการ

$$2X + (2X + 2) + (2X + 2) = 288$$

$$(2X + 2X + 2X) + (2 + 4) = 288$$

$$6X + 6 = 288$$

$$6X = 288 - 6$$

$$6X = 282$$

$$X = \frac{282}{6}$$

$$X = 47$$

ดังนั้น กิ่งหยิบมันฝรั่งมา 2X = 2(47) = 94 ชิ้น

แก้วหยิบสาหร่ายมา 2X + 2 = 2(47) + 2 = 96 ชิ้น

กาญหยิบขนมปังมา 2X + 4 = 2(47) + 4 = 98 ชิ้น

วิธีที่ 3 ให้มันฝรั่งมีจำนวน X ชิ้น จะได้ สาหร่าย X + 2 ชิ้น และ ขนมปัง X + 4 ชิ้น

จะได้สมการ $X + (X+2) + (X + 4) = 288$

$$(X + X + X) + (2 + 4) = 288$$

$$3X + 6 = 288$$

$$3X = 288 - 6$$

$$3X = 282$$

$$X = \frac{282}{3}$$

$$X = 94$$

ดังนั้น กิ่งหยิบมันฝรั่งมา 94 ชิ้น แก้วหยิบสาหร่ายมา X + 2 = 94 + 2 = 96 ชิ้น และกาญหยิบขนมปังมา X + 4 = 94 + 4 = 98 ชิ้น

และวิธีอื่น ๆ ในการหาคำตอบโดยการแทนค่าให้เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จะทำในลักษณะคล้าย ๆ กัน

การประเมินคำตอบ

กิ่งหยิบมันฝรั่งมา 94 ชิ้น แก้วหยิบสาหร่าย 96 ชิ้น และกาญหยิบขนมปัง 98 ชิ้น

จำนวนขนมทั้งหมด 94 + 96 + 98 = 288 ชิ้น

ทั้งสามจำนวนเป็นจำนวนคู่

มันฝรั่งมีจำนวนน้อยที่สุด และขนมปังมากที่สุด

เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์เรื่อง งานวันเด็ก ให้นักเรียนหยิบขนมตามใจชอบ นักเรียนจะหยิบอะไรบ้างให้ครบ 228 ชิ้น ซึ่งในการหยิบขนมแต่ละประเภทหากเป็นจำนวนคู่ต้องเป็นจำนวนคู่ทั้งหมด หรือถ้าเป็นจำนวนคี่ ให้เป็นจำนวนคี่ทั้งหมด จากนั้นให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนขนมแต่ละประเภทโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตัวอย่าง เช่น

1. เลือกหยิบ ช็อคโกแลต มันฝรั่ง ขนมปัง ทั้งหมด 228 ชิ้น

หยิบช็อคโกแลต	X	ชิ้น
มันฝรั่ง	X + 2	ชิ้น
ขนมปัง	X + 4	ชิ้น

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนขนมแต่ละประเภทโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดังนี้ X + (X + 2) + (X + 4) = 228

2. เลือกหยิบ มันฝรั่ง ขนมปัง ทั้งหมด 228 ชิ้น

หยิบมันฝรั่ง	X	ชิ้น

ขนมปัง X + 2 ชิ้น

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนขนมแต่ละประเภทโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดังนี้ $X + (X + 2) = 228$

ใบงานที่ 1.2

ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ในสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

เรื่อง คริสต์มาส

ส่วนที่ 1 เทศกาลคริสต์มาส 25 ธันวาคม ของทุกปีเรามักจะเห็นภาพคุณลุงเคราขาวพุงพลุ้ยในชุดสีแดงทั้งตัว แบกถุงขนาดยักษ์ที่เต็มไปด้วยขนม และของขวัญ พร้อมส่งเสียงหัวเราะ โฮ โฮ โฮ

"นักเรียนรู้หรือไม่ว่าคุณลุงคนนี้เขามีชื่อว่าอะไร"

"ใช่แล้ว คุณลุงคนนี้เขาชื่อว่า ซานตาคลอส"

ลุงซานตาคลอส: "โฮ โฮ โฮ ใครเป็นเด็กดีมารับรางวัล โฮ โฮ โฮ"

เมื่อได้ยินเสียงคุณลุงซานตาคลอส กุ้ง แก้ว และก้อย จึงรีบวิ่งตรงไปที่ต้นเสียงนั้นทันที

กุ้ง: "หนูเป็นเด็กดี!"

แก้ว และก้อย ตะโกนสุดเสียงด้วยความตื่นเต้น "หนูด้วย!"

ทั้งสามคนได้ของเล่นมามากมาย และได้ลูกอมมาจำนวน 61 เม็ด

กุ้ง: เราได้มากกว่าแก้วตั้ง 12 เม็ด

ทันทีที่กุ้งอวดจำนวนลูกอมกับแก้ว แก้วจึงพูดขึ้นว่า

แก้ว: เราได้มากกว่าเธอตั้ง 8 เม็ดเลยนะก้อย

ก้อยรู้สึกงุนงง และพยามคิดถึงจำนวนลูกอมที่กุ้งและแก้วได้จากคุณลุงซานตาคลอส

นักเรียนคิดว่า กุ้ง แก้ว และก้อยได้ลูกอมไปคนละกี่เม็ด

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: ลูกอมทั้งหมด 61 เม็ด

กุ้งได้ลูกอมมากกว่าแก้ว 12 เม็ด

แก้วได้ลูกอมมากกว่าก้อย 8 เม็ด

โจทย์ต้องการให้หา: กุ้ง แก้ว และก้อย แต่ละคนได้ลูกอมกี่เม็ด

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 กุ้งได้ลูกอมมากกว่าแก้ว 12 เม็ด

แก้วได้ลูกอมมากกว่าก้อย 8 เม็ด

กุ้งได้ลูกอมมากกว่าก้อย 12 + 8 = 20 เม็ด

เหลือลูกอมที่ทุกคนจะได้รับคนละเท่า ๆ กัน 61 – 20 – 8 = 33 เม็ด

จะได้ว่า ก้อยได้ลูกอม $\frac{33}{3} = 11$ เม็ด

ดังนั้น กุ้งได้รับลูกอม 11 + 20 = 31 เม็ด

แก้วได้รับลูกอม 11 + 8 = 19 เม็ด

<u>วิธีที่ 2</u> กุ้งได้ลูกอมมากกว่าแก้ว 12 เม็ด

แก้วได้ลูกอมมากกว่าก้อย 8 เม็ด

ลูกอมทั้งหมด 61 เม็ด หักส่วนที่แก้ว และกุ้งได้มากกว่าก้อยออก จะเหลือลูกอม

$61 - 8 - (12 + 8) = 61 - 8 - 12 - 8$

$= 61 - (8 + 12 + 8)$

$= 33$ เม็ด

ดังนั้นแต่ละคนจะได้ลูกอม 11 เม็ด จาก 33 เม็ด

นั่นคือ ก้อยได้รับลูกอม 11 เม็ด

แก้วได้รับลูกอม 11 + 8 = 19 เม็ด

กุ้งได้รับลูกอม 11 + 20 = 31 เม็ด

<u>วิธีที่ 3</u> ให้ก้อยได้ลูกอม X เม็ด

แก้วจะได้ลูกอม X + 8 เม็ด

กุ้งจะได้ลูกอม X + 8 + 12 เม็ด

ลูกอมทั้งหมด 61 เม็ด

จะได้สมการ $X + (X + 8) + (X + 8 + 12) = 61$

$$X + X + 8 + 12 + X + 8 = 61$$

$$X + X + X + 8 + 12 + 8 = 61$$

$$3X + 28 = 61$$

$$3X = 33$$

$$X = \frac{33}{3}$$

$X = 11$

ดังนั้น ก้อยได้ลูกอม 11 เม็ด

แก้วได้ลูกอม $11 + 8 = 19$ เม็ด

กุ้งได้ลูกอม $11 + 8 + 12 = 31$ เม็ด

<u>วิธีที่ 4</u> ให้กุ้งได้ลูกอม X เม็ด

แก้วจะได้ลูกอม $X – 12$ เม็ด

ก้อยจะได้ลูกอม $X – 20$ เม็ด

ลูกอมทั้งหมด 61 เม็ด

จะได้สมการ $X + (X - 12) + (X – 20) = 61$

$X + X - 12 + X - 20 = 61$

$X + X + X - 12 - 20 = 61$

$3X - (12 + 20) = 61$

$3X = 61 + 32$

$3X = 93$

$X = 31$

ดังนั้น กุ้งได้ลูกอม 31 เม็ด

แก้วได้ลูกอม $31 – 12 = 19$ เม็ด

ก้อยได้ลูกอม $31 – 20 = 11$ เม็ด

<u>การประเมินคำตอบ</u>

กุ้งได้ลูกอม 31 เม็ด

แก้วได้ลูกอม 19 เม็ด

ก้อยได้ลูกอม 11 เม็ด

กุ้งได้มากกว่าแก้ว $31 – 19 = 12$ เม็ด

แก้วได้ลูกอมมากกว่าก้อย $19 – 11 = 8$ เม็ด

ทั้ง 3 คนได้รับลูกอมรวมกัน $31 + 19 + 11 = 61$ เม็ด

เป็นจริงตามเงื่อนไข

<u>ส่วนที่ 2</u> จากสถานการณ์ เรื่อง คริสต์มาส ให้นักเรียนนำลูกอม 61 เม็ด ไปแจกเพื่อนกี่คนก็ได้ โดยที่แต่ละคนจะได้ลูกอมแตกต่างกันมากกว่า 3 เม็ด แล้วสร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาจำนวนลูกอมที่เพื่อนแต่ละคนได้รับ

เช่น

1. ลูกอม 61 เม็ด แจกเพื่อน 2 คน

เพื่อนคนที่ 1 แจกไป X เม็ด

เพื่อนคนที่ 2 แจกไป X + 5 เม็ด

สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาจำนวนลูกอมที่เพื่อนแต่ละคนได้รับ ได้ดังนี้ X + (X + 5) = 61

2. ลูกอม 61 เม็ด แจกเพื่อน 4 คน

เพื่อนคนที่ 1 แจกไป X เม็ด

เพื่อนคนที่ 2 แจกไป X + 4 เม็ด

เพื่อนคนที่ 3 แจกไป X – 4 เม็ด

เพื่อนคนที่ 4 แจกไป X + 9 เม็ด

สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาจำนวนลูกอมที่เพื่อนแต่ละคนได้รับ ได้ดังนี้ X + (X + 4) + (X - 4) + (X + 9) = 61

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
และ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....

คำชี้แจง : แบบทดสอบเป็นแบบแสดงวิธีทำ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 9 คะแนน คะแนนเต็ม 18 คะแนน

ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ส่วนที่ 1 คะแนนเต็ม 6 คะแนน ส่วนที่ 2 คะแนนเต็ม 3 คะแนน

ให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u>

1. ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
2. เขียนแสดงวิธีทำโดยละเอียดตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา (SSCS)

<u>ส่วนที่ 2</u>

3. ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนแสดงข้อมูล และการเชื่อมโยงในชีวิตจริงตามคำสั่งของแต่ละสถานการณ์
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 55 นาที

ข้อห้ามในการสอบ :

1. ไม่อนุญาตให้ผู้เข้าสอบนำ<u>เอกสาร</u>ใด ๆ เข้าห้องสอบ
2. ไม่อนุญาตให้นำ<u>เครื่องคำนวณ</u>ทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. ไม่อนุญาตให้นำ<u>อุปกรณ์ หรือเครื่องมือสื่อสาร</u>ทุกชนิด เข้าห้องสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้ :

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 1 เดินป่าหาธง

<u>ส่วนที่ 1</u> ลูกเสือแต่ละหมู่ได้รับภารกิจในการเดินทางไกลเพื่อตามหาธงที่อยู่ในป่า หมู่ 1 ได้รับภารกิจตามหาธงแดง ซึ่งผู้กำกับลูกเสือได้บอกใบ้โดยการกำหนดทิศทางและระยะที่ต้องเดินไป ซึ่งลูกเสือเริ่มออกเดินทางจากที่พักไปทางทิศเหนือ 1.2 กิโลเมตร เลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 1.0 กิโลเมตร แล้วตรงขึ้นไปทางทิศเหนืออีก 0.8 กิโลเมตร จากนั้นไปทางทิศตะวันออกอีก 0.5 กิโลเมตร จะถึงจุดที่ธงแดงอยู่พอดี ที่พักแรมของลูกเสือหมู่ที่ 1 อยู่ห่างจากธงแดงกี่กิโลเมตร

<u>การค้นหาปัญหา (Search)</u>

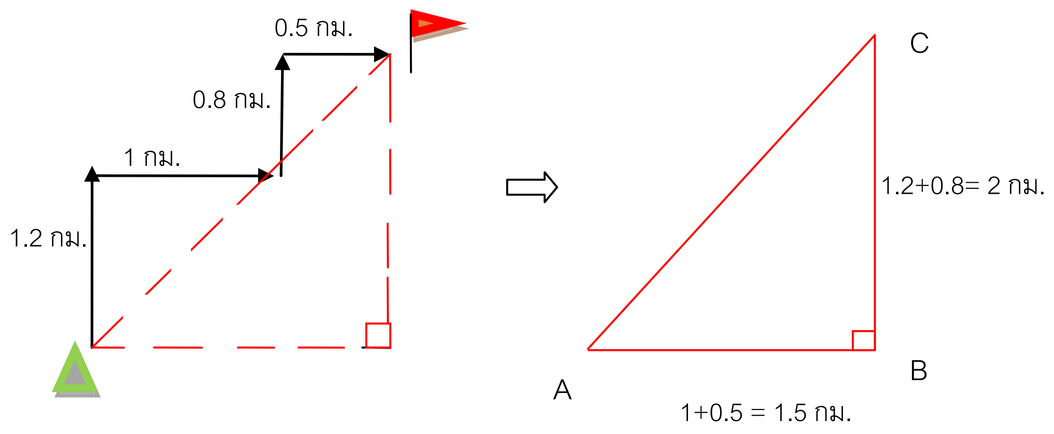
ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: ลูกเสือเริ่มออกเดินทางจากที่พักไปทางทิศเหนือ 1.2 กิโลเมตร เลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 1.0 กิโลเมตร ตรงขึ้นไปทางทิศเหนืออีก 0.8 กิโลเมตร จากนั้นไปทางทิศตะวันออกอีก 0.5 กิโลเมตร จะถึงจุดที่ธงแดงอยู่พอดี

โจทย์ต้องการให้หา: ที่พักแรมของลูกเสือหมู่ที่ 1 อยู่ห่างจากธงแดงกี่กิโลเมตร

<u>การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)</u>

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการหาคำตอบ

<u>วิธีที่ 1</u>



จากภาพสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ว่า $AC^2 = AB^2 + BC^2$

$AC^2 = 1.5^2 + 2^2$

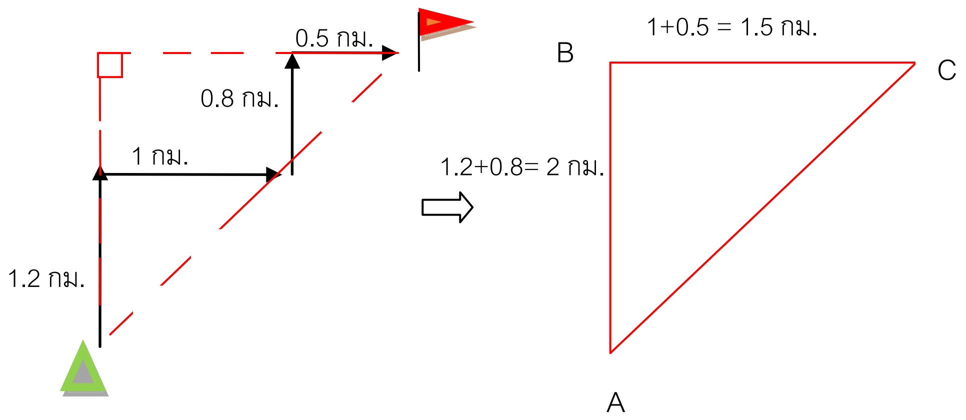
$= 2.25 + 4$

$= 6.25$

$\overline{AC} = 2.5$

ดังนั้น ที่พักแรมของลูกเสือหมู่ที่ 1 อยู่ห่างจากธงแดง 2.5 กิโลเมตร

วิธีที่ 2



จากภาพสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ว่า $AC^2 = AB^2 + BC^2$

$AC^2 = 1.5^2 + 2^2$

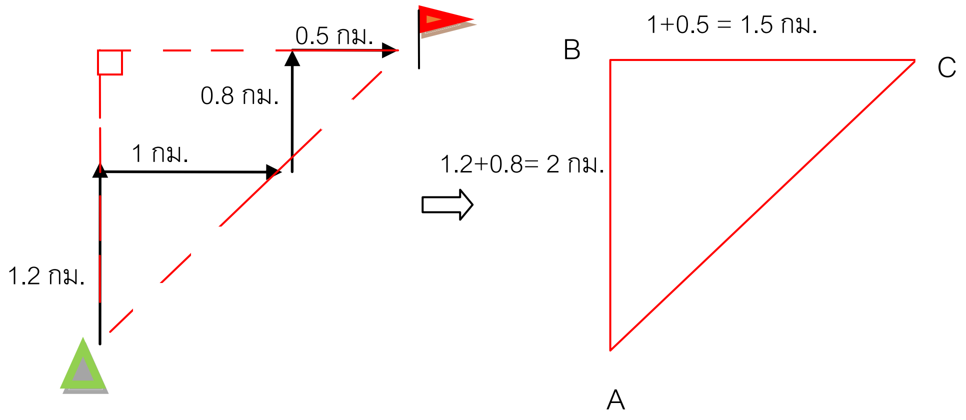
$= 2.25 + 4$

$= 6.25$

$\overline{AC} = 2.5$

ดังนั้น ที่พักแรมของลูกเสือหมู่ที่ 1 อยู่ห่างจากธงแดง 2.5 กิโลเมตร

การประเมินคำตอบ



ที่พักแรมของลูกเสือหมู่ที่ 1 อยู่ห่างจากธงแดง 2.5 กิโลเมตร

รวมระยะทางที่เดินไปทิศเหนือ 2 กิโลเมตร ทิศตะวันออก 1.5 กิโลเมตร

จะได้ $2.5^2 = 2^2 + 1.5^2$

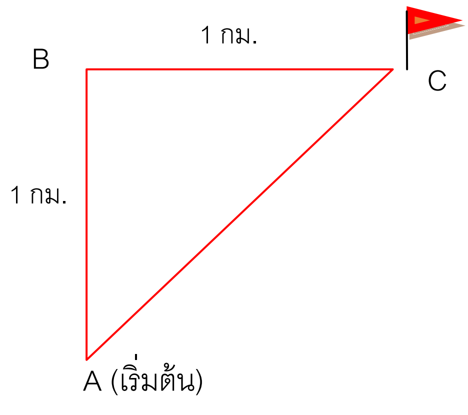
$6.25 = 4 + 2.25$

$6.25 = 6.25$ เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์เรื่อง เดินป่าหาธง ถ้านักเรียนเป็นผู้ที่ต้องนำธงไปไว้ที่จุดต่าง ๆ และกำหนดระยะทางรวมถึงทิศทางการเดินโดยการวาดภาพประกอบ จากนั้นสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและธงโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เช่น

1. ออกจากจุดเริ่มต้นไปทางทิศเหนือ 1 กิโลเมตร เลี้ยวขวาไปทางทิศตะวันออก 1 กิโลเมตร จะถึงธงพอดี



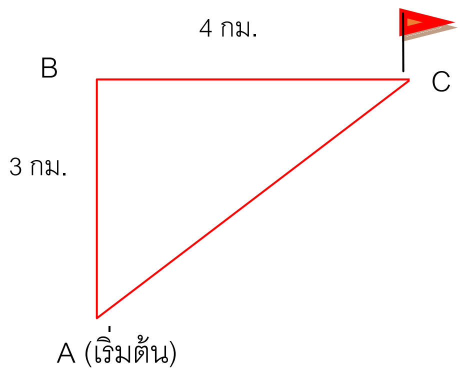
สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและธงโดยใช้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ได้ดังนี้

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$= 1^2 + 1^2$$

2. ออกจากจุดเริ่มต้นไปทางทิศเหนือ 3 กิโลเมตร เลี้ยวขวาไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร จะถึงธงพอดี



สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและธงโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ได้ดังนี้

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$= 3^2 + 4^2$$

จุดประสงค์การเรียนรู้ :

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 2 เด็กเรียน

<u>ส่วนที่ 1</u> พ่อ: "วันนี้เรียนอะไรมาบ้าง"

บอล: "คณิตศาสตร์เรียนเรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสครับ"

พูดเสร็จเด็กชายบอลจึงต้องการแสดงวิชาความรู้ที่เรียนมาให้พ่อดู เขาสังเกตเห็นเสาไฟหน้าบ้านมีลวดสลิงตรึงจากปลายเสาสองเส้นซึ่งอยู่ตรงข้ามกัน เขาจึงแสดงให้พ่อดูว่าปลายของสลิงสองเส้นที่ติดกับเสาไฟฟ้าเป็นมุมฉาก หรือไม่

บอล: "พ่อครับเสาไฟหน้าบ้านเรานี่มันสูงเท่าไหร่ครับ"

พ่อ: “14 เมตร ปลายลวดสลิงที่ติดอยู่กับเสาไฟฟ้าอยู่ต่ำกว่าปลายเสา 2 เมตรลวดสลิงทั้งสองเส้นมีความยาวต่างกัน 5 เมตร”

เมื่อได้ข้อมูลของเสาไฟฟ้าจากพ่อ บอลจึงลงมือวัดระยะทางระหว่างปลายลวดสลิงที่อยู่บนพื้นกับเสาไฟฟ้า พบว่าอยู่ห่างจากโคนเสาไฟฟ้า 9 เมตร และปลายลวดสลิงด้านตรงข้ามอยู่ห่างจากโคนเสาไฟฟ้า 16 เมตร

นักเรียนคิดว่าเด็กชายบอลจะแสดงให้พ่อดูได้อย่างไร

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : เสาไฟฟ้าสูง 14 เมตร ปลายลวดสลิงที่ติดอยู่กับเสาไฟฟ้าอยู่ต่ำกว่าปลายเสา 2 เมตร

ปลายลวดสลิงด้านที่อยู่บนพื้นด้านหนึ่งอยู่ห่างจากโคนเสาไฟฟ้า 9 เมตร

ปลายลวดสลิงด้านตรงข้ามอยู่ห่างจากโคนเสาไฟฟ้า 16 เมตร

ลวดสลิงทั้งสองเส้นมีความยาวต่างกัน 5 เมตร

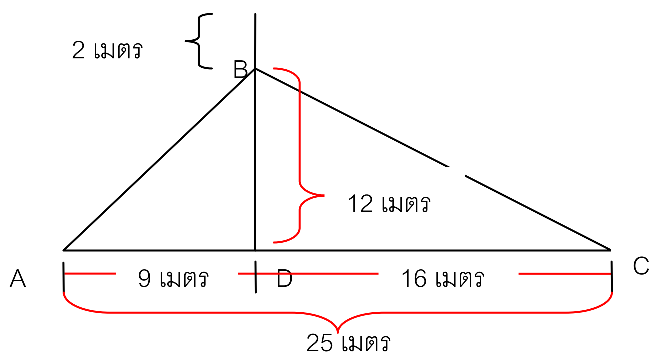
โจทย์ต้องการให้หา : เด็กชายบอลจะแสดงว่ามุมที่เกิดจากปลายลวดสลิงสองเส้นที่ติดเสาไฟฟ้าทำมุมเป็นมุมฉาก หรือไม่

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

แนวคิดที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1

กำหนด



พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน $\overline{AB}$ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังนี้

$$AB^2 = AD^2 + BD^2$$

$$AB^2 = 9^2 + 12^2$$

$= 81 + 144$

$= 225$

$\overline{AB} = 15$

พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน $\overline{BC}$ โดยใช้ทฤษีบทพีทาโกรัส ดังนี้

$BC^2 = BD^2 + DC^2$

$BC^2 = 12^2 + 16^2$

$= 144 + 256$

$= 400$

$\overline{BC} = 20$

พิจารณาระยะห่างระหว่างปลายลวดสลิงทั้งสองที่อยู่บนพื้น $\overline{AC}$ ยาว $16 + 9 = 25$ เมตร

พิจารณาความยาวด้าน $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ และ $\overline{AC}$

$25^2 = 15^2 + 20^2$

$625 = 225 + 400$

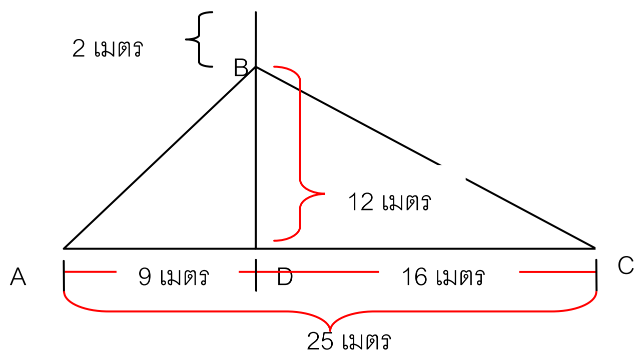
$625 = 625$

จากบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ว่า สามเหลี่ยม ABC มีมุม B เป็นมุมฉาก

ดังนั้น ลวดสลิงสองเส้นที่ปลายด้านหนึ่งติดอยู่บนเสาไฟฟ้าทำมุมกันเป็นมุมฉาก

<u>วิธีที่ 2</u>

กำหนด



พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน $\overline{BC}$ โดยใช้ทฤษีบทพีทาโกรัส ดังนี้

$BC^2 = BD^2 + DC^2$

$BC^2 = 12^2 + 16^2$

$= 144 + 256$

$= 400$

$\overline{BC} = 20$

พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน ซึ่งมีความยาวน้อยกว่า $\overline{BC}$ อยู่ 5 เมตร

จะได้ว่า $\overline{AB}$ ยาว 20 - 5 = 15 เมตร

พิจารณาระยะห่างระหว่างปลายลวดสลิงทั้งสองที่อยู่บนพื้น $\overline{AC}$ ยาว 16 + 9 = 25 เมตร

พิจารณาความยาวด้าน $\overline{AC}$, $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$

$25^2 = 15^2 + 20^2$

$625 = 225 + 400$

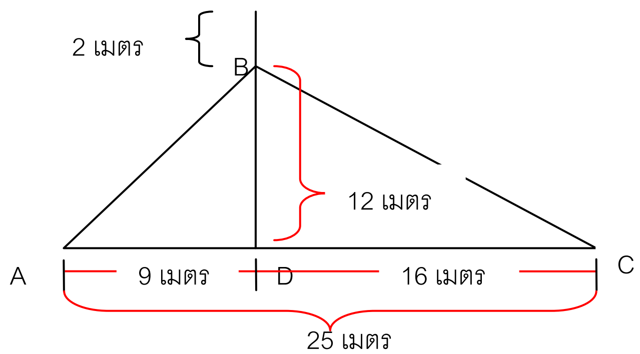
$625 = 625$

จากบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ว่า สามเหลี่ยม ABC มีมุม B เป็นมุมฉาก

ดังนั้น ลวดสลิงสองเส้นที่ปลายด้านหนึ่งติดอยู่บนเสาไฟฟ้าทำมุมกันเป็นมุมฉาก

วิธีที่ 3

กำหนด



พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน $\overline{AB}$ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังนี้

$AB^2 = AD^2 + BD^2$

$AB^2 = 9^2 + 12^2$

$= 81 + 144$

$= 225$

$\overline{AB} = 15$

พิจารณา ความยาวของลวดสลิงด้าน $\overline{BC}$ ซึ่งมีความยาวมากกว่า $\overline{AB}$ อยู่ 5 เมตร

จะได้ว่า $\overline{BC}$ ยาว 15 + 5 = 20 เมตร

พิจารณาระยะห่างระหว่างปลายลวดสลิงทั้งสองที่อยู่บนพื้น $\overline{AC}$ ยาว 16 + 9 = 25 เมตร

พิจารณาความยาวด้าน $\overline{AC}$, $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$

$$25^2 = 15^2 + 20^2$$

$$625 = 225 + 400$$

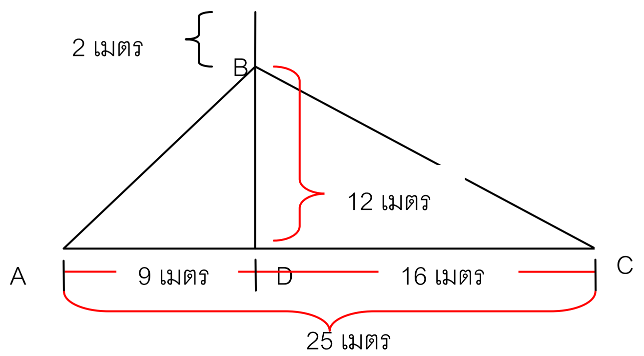
$$625 = 625$$

จากบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ว่า สามเหลี่ยม ABC มีมุม B เป็นมุมฉาก

ดังนั้น ลวดสลิงสองเส้นที่ปลายด้านหนึ่งติดอยู่บนเสาไฟฟ้าทำมุมกันเป็นมุมฉาก

<u>การประเมินคำตอบ</u>

กำหนด



สามเหลี่ยม ABC มีมุม B เป็นมุมฉากที่มีด้าน $\overline{AC}$ ยาว 25 เมตร $\overline{AB}$ ยาว 15 เมตร และ $\overline{BC}$ ยาว 20 เมตร จะได้ว่า

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$25^2 = 15^2 + 20^2$$

$$= 225 + 400$$

$625 = 625$ เป็นจริง

<u>ส่วนที่ 2</u> จากสถานการณ์เรื่อง เด็กเรียน ถ้าไม่ทราบความยาวของลวดสลิงแต่ละด้าน แล้วให้นักเรียนกำหนดด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อแสดงว่าเสาไฟฟ้าทำมุมเป็นมุมฉากกับพื้นหรือไม่ ได้อย่างไร

เช่น

1. พิจารณาด้านที่ปลายลวดสลิงที่ตรึงกับพื้นอยู่ห่างจากเสาไฟฟ้า 9 เมตร ระยะที่ปลายลวดสลิงยึดติดอยู่บนเสาไฟฟ้าสูง 12 เมตร

ให้ลวดสลิงยาว 14 เมตร

สามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อแสดงว่าเสาไฟฟ้าทำมุมเป็นมุมฉากกับพื้นหรือไม่ ได้ดังนี้ $14^2 = 9^2 + 12^2$

2. พิจารณาด้านที่ปลายลวดสลิงอยู่ห่างจากพื้น 16 เมตร ระยะที่ปลายลวดสลิงยึดติดอยู่บนเสาไฟฟ้าสูง 12 เมตร

ให้ลวดสลิงยาว 19 เมตร

สามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อแสดงว่าเสาไฟฟ้าทำมุมเป็นมุมฉากกับพื้นหรือไม่ ได้ดังนี้ $19^2 = 16^2 + 12^2$

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
และ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ชื่อ .... ชั้น ม. 2/...... เลขที่ .....

คำชี้แจง: แบบทดสอบเป็นแบบแสดงวิธีทำ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 6 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 9 คะแนน คะแนนเต็ม 54 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 2 คาบ คาบละ 55 นาที

ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ส่วนที่ 1 คะแนนเต็ม 6 คะแนน ส่วนที่ 2 คะแนนเต็ม 3 คะแนน

ให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u>

1. ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
2. เขียนแสดงวิธีทำโดยละเอียดตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา (SSCS)

<u>ส่วนที่ 2</u>

3. ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนแสดงข้อมูล และการเชื่อมโยงในชีวิตจริงตามคำสั่งของแต่ละสถานการณ์

ข้อห้ามในการสอบ

1. ไม่อนุญาตให้ผู้เข้าสอบนำ<u>เอกสาร</u>ใด ๆ เข้าห้องสอบ
2. ไม่อนุญาตให้นำ<u>เครื่องคำนวณ</u>ทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. ไม่อนุญาตให้นำ<u>อุปกรณ์ หรือเครื่องมือสื่อสาร</u>ทุกชนิด เข้าห้องสอบ

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน

จุดประสงค์การเรียนรู้ :

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับจำนวนได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 1 โชคเลี้ยงไก่ ชัยเลี้ยงวัว

<u>ส่วนที่ 1</u> ช่วงบ่ายวันเสาร์ทั้งสองนั่งหลบแดดด้วยกันใต้ต้นไม้ใหญ่

โชค: “ชัย! วัวของนายเยอะจัง มีทั้งหมดกี่ตัวอ่ะ”

ชัย: “นับเองสิ”

โชค: “เราเลี้ยงไก่ไว้เยอะเหมือนกัน นายคิดว่าเราเลี้ยงไก่ไว้กี่ตัว”

: “วัวของนายมากกว่าไก่เรา 15 ตัว นับขาวัว และขาไก่รวมกันได้ 222 ขา”

ชัย: “นายนี่ชอบหาเรื่องมาให้เราปวดหัวจริง ๆ”

โชค: “ฮ่า ๆ”

นักเรียนคิดว่าชัยจะแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่โชคให้มาได้อย่างไร

<u>การค้นหาปัญหา (Search)</u>

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: จำนวนวัวของชัยมากกว่าจำนวนไก่ของโชค 15 ตัว นับขาวัว และขาไก่รวมกันได้ 222 ขา

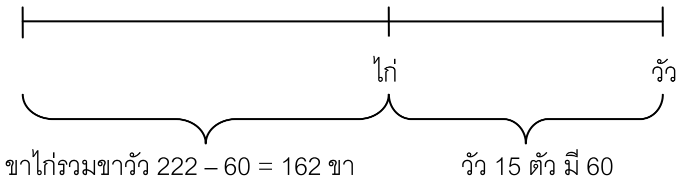
โจทย์ต้องการให้หา: โชคเลี้ยงไก่ไว้กี่ตัว

<u>การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)</u>

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการหาคำตอบ

<u>วิธีที่ 1</u> ชัยมีวัวมากกว่าไก่ของโชค 15 ตัว

ขาวัว และขาไก่รวมกันเท่ากับ 222 ขา



ไก่ 1 ตัว และวัว 1 ตัว มีขารวมกัน 6 ขา

จากขา 162 ขาต้องถูกแบ่งออกเป็นจำนวนตัวที่เท่ากัน ได้เป็น $\frac{162}{6} = 27$ ตัว

จะได้ว่า โชคมีไก่ 27 ตัว

ชัยมีวัว 27 + 15 = 42 ตัว

วิธีที่ 2	ชัยมีวัวมากกว่าไก่ของโชค	15	ตัว
	วัว 15 ตัวมีขา	$15 \times 4 = 60$	ขา
	ขาไก่และขาวัวรวมกันได้	222	ขา
	เหลือขาไก่และขาวัวที่มีจำนวนตัวเท่ากันอยู่	$222 - 60 = 162$	ขา
	ไก่ 1 ตัว และวัว 1 ตัว รวมกันมีขา	$2 + 4 = 6$	ขา
	ขา 6 ขา เป็นวัวและไก่รวม	2	ตัว
	ขา 162 ขา เป็นวัว และไก่รวมกัน	$\frac{2 \times 162}{6} = 54$	ตัว
	มีวัวและไก่อย่างละ	$\frac{54}{2} = 27$	ตัว
	ดังนั้น โชคมีไก่ 27 ตัว และชัยมีวัว 27 + 15 = 42 ตัว		

วิธีที่ 3	สมมติให้ชัยเลี้ยงวัว	X	ตัว
	โชคเลี้ยงไก่	X – 15	ตัว
	วัว 1 ตัว มี 4 ขา จะได้	4X	ขา
	ไก่ 1 ตัวมี 2 ขา จะได้	2(X-15)	ขา

จะได้สมการ

$$4X + 2(X - 15) = 222$$

$$4X + 2X - 30 = 222$$

$$6X = 252$$

$$X = 42$$

ดังนั้นชัยเลี้ยงวัว 42 ตัว และโชคเลี้ยงไก่ 42 – 15 = 27 ตัว

วิธีที่ 4 สมมติให้โชคมีไก่จำนวน X ตัว

ชัยมีวัว $X + 15$ ตัว

ไก่ 1 ตัวมี 2 ขา จะได้ $2X$ ขา

วัว 1 ตัวมี 4 ขา จะได้ $4(X + 15)$ ขา

จะได้สมการ $2X + 4(X + 15) = 222$

$$2X + 4X + 60 = 222$$

$$6X + 60 = 222$$

$$6X = 162$$

$$X = 27$$

ดังนั้น โชคมีไก่จำนวน 27 ตัว และชัยมีวัวจำนวน 27 + 15 = 42 ตัว

การประเมินคำตอบ

โชคมีไก่จำนวน 27 ตัว

ชัยมีวัวจำนวน 42 ตัว

จำนวนวัวของชัยมีมากกว่าไก่ของโชคอยู่ 42 – 27 =15 ตัว

จำนวนขาไก่ และขาวัว รวมกันได้ $2(27) + 4(42) = 54 + 168$

$= 222$ ขา

เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์เรื่อง โชคเลี้ยงไก่ ชัยเลี้ยงวัว เมื่อให้นักเรียนนับไก่และวัวแล้วพบว่าโชคและชัยนับผิด ให้นักเรียนกำหนดจำนวนวัวและไก่ที่แตกต่างกัน และจำนวนขาที่นับรวมกันด้วยตนเอง แล้วสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนไก่และวัวโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เช่น

1. ไก่มากกว่าวัว 10 ตัว

นับขาวัวและไก่รวมกันได้ 80 ขา

ให้ไก่มี X ตัว มีขา $2X$ ขา

วัวมี $X – 10$ ตัว มีขา $4(X-10)$ ขา

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนไก่และวัวโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ดังนี้ $2X + 4 (X - 10) = 80$

2. ไก่มากกว่าวัว 20 ตัว

นับขาวัวและไก่รวมกันได้ 220 ขา

ให้ไก่มี X ตัว มีขา 2X ขา

วัวมี X – 20 ตัว มีขา 4(X-20) ขา

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนไก่และวัวโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ได้ดังนี้ $2X + 4(X - 20) = 220$

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงิน

จุดประสงค์การเรียนรู้:

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเงินได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 2 งานวัด

<u>ส่วนที่ 1</u> วันนี้ญาญ่าได้ไปงานวัดกับแม่

ญาญ่า: “แม่หนูขอเงินหน่อยค่ะ จะได้ทำบุญ แล้วก็ซื้อของในงาน”

แม่: “นี่เอาไป ใช้ดี ๆ ด้วยนะ”

ญาญ่าใช้เงินหนึ่งในห้าของเงินที่มีอยู่หย่อนกล่องทำบุญที่วัด แล้วซื้อลูกชิ้นไป 20 บาท จากนั้นเล่นปาลูกโป่งอีก 20 บาท เหลือเงิน 60 บาท

นักเรียนคิดว่าแม่ให้เงินญาญ่ากี่บาท

<u>การค้นหาปัญหา (Search)</u>

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: ญาญ่าได้รับเงินจากแม่จำนวนหนึ่ง

ใช้เงินหนึ่งในห้าของเงินที่มีอยู่ทำบุญ

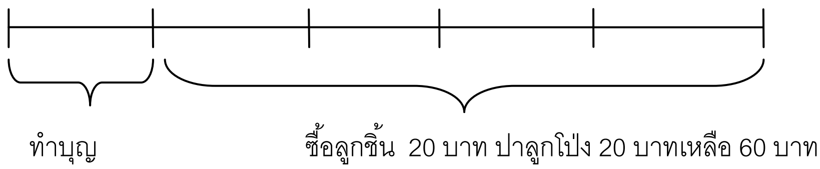
เงินที่เหลือซื้อลูกชิ้น 20 บาท ปาลูกโป่ง 20 บาท เหลือเงิน 60 บาท

โจทย์ต้องการให้หา: แม่ให้เงินญาญ่ามากี่บาท

<u>การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)</u>

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 แบ่งเงินออกเป็น 5 ส่วน



ให้เงินสี่ส่วนมี X บาท

จะได้สมการ $X - 20 - 20 = 60$

$X = 60 + 40$

$X = 100$

หนึ่งส่วนมี $\frac{100}{4} = 25$ บาท มีทั้งหมด 5 ส่วน

ดังนั้น แม่ให้เงินมา $25 \times 5 = 125$ บาท

วิธีที่ 2 ทำบุญไป 1 ใน 5 ส่วน เหลือเงิน 4 ส่วน

ให้เงิน 4 ส่วน มี X บาท

ซื้อลูกชิ้นไป 20 บาท ปาลูกโป่งไป 20 บาท เหลือเงิน 60 บาท

จะได้สมการ $X - 20 - 20 = 60$

$X = 60 + 40$

$X = 100$

เงินหนึ่งส่วนมี $\frac{100}{4} = 25$ บาท

ดังนั้น แม่ให้เงินมา $25 \times 5 = 125$ บาท

วิธีที่ 3 แม่ให้เงินมา X บาท

ทำบุญไป $\frac{1}{5}X$ บาท

ซื้อลูกชิ้น 20 บาท ปาลูกโป่ง 20 บาท

เหลือเงิน 60 บาท

จะได้สมการ ดังนี้ $X - \frac{1}{5}X - 20 - 20 = 60$

$$\frac{5}{5}X - \frac{1}{5}X = 60 + 40$$

$$\frac{4}{5}X = 100$$

$$X = 125$$

ดังนั้น แม่ให้เงินมา 125 บาท

<u>การประเมินคำตอบ</u>

แม่ให้เงินมา 125 บาท ทำบุญไป $\frac{1}{5} \times 125 = 25$ บาท

เหลือเงิน 125 – 25 = 100 บาท ซื้อลูกชิ้น 20 บาท ปาลูกโป่ง 20 บาท

เหลือเงิน100 – 20 -20 = 60 บาท เป็นจริงตามเงื่อนไข

<u>ส่วนที่ 2</u> จากสถานการณ์ เรื่อง งานวัด ถ้านักเรียนได้เงินจากแม่จำนวนหนึ่งเพื่อไปเที่ยวงานวัด โดยนักเรียนทำบุญไปหนึ่งในสามของเงินทั้งหมด และจากนั้นนักเรียนเลือกซื้อของได้ตามใจชอบ โดยจะต้องเหลือเงิน 20 บาท โดยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เช่น

1. แม่ให้มา X บาท ทำบุญไป $\frac{1}{3}X$ บาท

ซื้อน้ำเปล่า 10 บาท ซื้อขนม 20 บาท เหลือเงิน 20 บาท

สามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ดังนี้ $X - \frac{1}{3}X - 10 – 20 = 20$

2. แม่ให้มา X บาท ซื้อปลากัดไป $\frac{1}{3}X$ บาท

ซื้อนม 20 บาท เหลือเงิน 20 บาท

สามารถสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงินที่แม่ให้มาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ดังนี้ $X - \frac{1}{3}X - 20 = 20$

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่

จุดประสงค์การเรียนรู้:

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 3 โมเดลบ้าน

ส่วนที่ 1 เชิดต้องการสร้างโมเดลบ้าน ที่มีฐานที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม เขาจึงให้น้องชายช่วยตัดกระดาษเพื่อทำเป็นฐาน

เชิด: “พี่จะสร้างโมเดลเป็นบ้านสองหลัง ช่วยตัดฐานให้ทีนะ”

น้องชาย: “ต้องการแบบไหน”

เชิด: “ต้องการเป็นสี่เหลี่ยมแบบไหนก็ได้ เส้นรอบรูป 72 เซนติเมตร”

น้องชาย: “ชิ้นแรกเอาเป็นจัตุรัสนะ ง่ายดี”

: “ชิ้นที่สองเอาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 6 เซนติเมตร”

นักเรียนคิดว่าพื้นที่ของฐานโมเดลบ้านที่น้องชายตัดมาสองชิ้นมีขนาดต่างกันกี่ตารางเซนติเมตร

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร

ชิ้นแรกตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

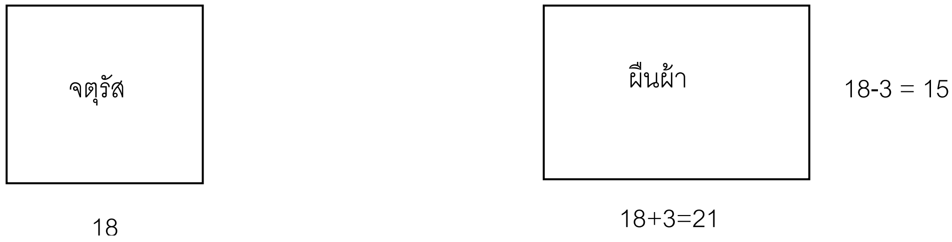
ชิ้นที่สองตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านยาวมีความยาวมากกว่าด้านกว้าง 6 เซนติเมตร

โจทย์ต้องการให้หา : พื้นที่ของฐานโมเดลบ้านที่น้องชายตัดมาสองชิ้นมีขนาดต่างกันกี่ตารางเซนติเมตร

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร สร้างจัตุรัสมีความยาวด้านละ $\frac{72}{4} = 18$ เซนติเมตร



ถ้าด้านยาวเพิ่มขึ้น 3 เซนติเมตร ด้านสั้นจะลดลง 3 เซนติเมตร จะได้ว่าด้านยาวมากกว่าด้านสั้น 6 เซนติเมตร

ชิ้นแรกมีขนาด $18 \times 18 = 324$ ตารางเซนติเมตร

ชิ้นที่สองมีขนาดมีขนาด $21 \times 15 = 315$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น ฐานโมเดลที่น้องชายสร้างขึ้นสองชิ้นมีขนาดต่างกัน $324 - 315 = 9$ ตารางเซนติเมตร

วิธีที่ 2 เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร สร้างจัตุรัสมีความยาวด้านละ $\frac{72}{4} = 18$ เซนติเมตร มีพื้นที่ $18 \times 18 = 324$ ตารางเซนติเมตร

หาพื้นที่ของชิ้นที่สอง

ให้ X แทนความกว้างของสี่เหลี่ยมผืนผ้า

และด้านยาวเป็น X + 6 เซนติเมตร

เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร

จะได้สมการ ดังนี้ $(X + 6) + (X + 6) + X + X = 72$

$$4X + 12 = 72$$

$$4X = 60$$

$$X = 15$$

จะได้ว่า ชิ้นที่สองมีความกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว $15 + 6 = 21$ เซนติเมตร พื้นที่มีขนาด $21 \times 15 = 315$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น ฐานโมเดลที่น้องชายสร้างขึ้นสองชิ้นมีขนาดต่างกัน $324 - 315 = 9$ ตารางเซนติเมตร

วิธีที่ 3 เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร สร้างจัตุรัสมีความยาวด้านละ $\frac{72}{4} = 18$ เซนติเมตร มีพื้นที่ $18 \times 18 = 324$ ตารางเซนติเมตร

หาพื้นที่ของชิ้นที่สอง

ให้ X แทนความยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้า

และกว้าง X – 6 เซนติเมตร

จะได้สมการ ดังนี้ $X + X + (X - 6) + (X - 6) = 72$

$$4X - 12 = 72$$

$$4X = 84$$

$$X = 21$$

จะได้ว่า ฐานโมเดลชิ้นที่สองมีความยาว 21 เซนติเมตร กว้าง 21 – 6 = 15 เซนติเมตร พื้นที่มีขนาด $21 \times 15 = 315$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น ฐานโมเดลที่น้องชายสร้างขึ้นสองชิ้นมีขนาดต่างกัน 324 – 315 = 9 ตารางเซนติเมตร

การประเมินคำตอบ

พื้นที่ของฐานชิ้นแรกรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส มีความยาวแต่ละด้านเป็น 18 เซนติเมตร มีเส้นรอบรูป 18 + 18 + 18 + 18 = 72 เซนติเมตร

พื้นที่ของฐานชิ้นที่สองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร ด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง 21 – 15 = 6 เซนติเมตร เส้นรอบรูปมีความยาว 15 + 15 + 21 + 21 = 72 เซนติเมตร เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์ เรื่อง โมเดลบ้าน ถ้าให้นักเรียนทำฐานโมเดลเส้นรอบรูป 72 เซนติเมตร เป็นรูปพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาความยาวของด้านแต่ละด้านของรูปที่นักเรียนสร้างขึ้น

เช่น

1. เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร

สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาวแต่ละด้านเป็น X เซนติเมตร

สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาความยาวของด้านแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสได้ ดังนี้

$X + X + X + X = 72$ หรือ $4X = 72$

2. เส้นรอบรูปยาว 72 เซนติเมตร สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 5 เซนติเมตร
ให้ด้านกว้างมีความยาว X เซนติเมตร ด้านยาว X+5 เซนติเมตร
สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาความยาวของด้านแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ ดังนี้

$(X + 5) + (X + 5) + X + X = 72$ หรือ $2(X + 5) + 2X = 72$

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ

จุดประสงค์การเรียนรู้:

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอายุได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 4 พ่อ ลูก

ส่วนที่ 1 พ่อ และลูก กำลังพูดคุยเกี่ยวกับอายุ
ลูก: "พ่ออายุเท่าไหร่แล้วครับ"
พ่อ: "พ่อเกิดก่อนลูก 28 ปี แล้วลูกอายุกี่ปีแล้วจำอายุตัวเองได้รึเปล่า"
ลูก: "รู้สิครับ ใครจะจำอายุตัวเองไม่ได้ อายุเราสองคนรวมกัน 58 ปีพอดี"
นักเรียนคิดว่าพ่อและลูกมีอายุคนละกี่ปี

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: พ่อเกิดก่อนลูก 28 ปี
พ่อและลูกอายุรวมกันได้ 58 ปี

โจทย์ต้องการให้หา: พ่อและลูกมีอายุคนละกี่ปี

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 พ่อและลูกนับอายุรวมกันได้ 58 ปี

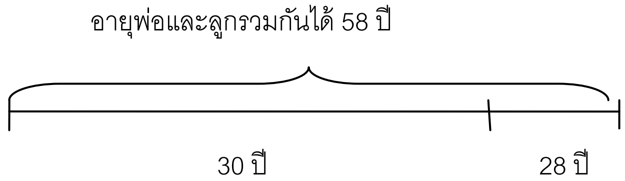
พ่ออายุมากกว่าลูก 28 ปี

หักจำนวนอายุที่พ่อมากกว่าลูกออก ได้ 58 – 28 = 30 ปี

ทั้งสองคนอายุเท่ากันคนละ $\frac{30}{2}$ = 15 ปี

ดังนั้น ลูกมีอายุ 15 ปี พ่อมีอายุ 15 + 28 = 43 ปี

วิธีที่ 2



อายุ 30 ปี เป็นของพ่อและลูกอย่างละครึ่ง ได้คนละ 15 ปี

ดังนั้น ลูกอายุ 15 ปี และพ่อมีอายุ 15 + 28 = 43 ปี

วิธีที่ 3 ให้ลูกมีอายุ X ปี

พ่อมีอายุ X + 28 ปี

อายุของพ่อและลูกรวมกันเท่ากับ 58 ปี

จะได้ $X + (X+28) = 58$

$2X + 28 = 58$

$2X = 30$

$X = 15$

ดังนั้น ลูกมีอายุ 15 ปี และพ่อมีอายุ 15 + 28 = 43 ปี

วิธีที่ 4 ให้พ่อมีอายุ X ปี

ลูกมีอายุ X – 28 ปี

อายุของพ่อและลูกรวมกันเท่ากับ 58 ปี

จะได้ $X + (X- 28) = 58$

$2X - 28 = 58$

$2X = 86$

$X = 43$

ดังนั้น พ่อมีอายุ 43 ปี และลูกมีอายุ 43 – 28 = 15 ปี

การประเมินคำตอบ

พ่อมีอายุ 43 ปี มากกว่าลูก 43 – 15 = 28 ปี

อายุของพ่อและลูกรวมกันได้ 43 + 15 = 58 ปี

เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์ เรื่อง พ่อ ลูก ให้นักเรียนกำหนดอายุรวม และผลต่างของอายุของนักเรียนและเพื่อน หรือใครก็ได้ จากนั้นสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาอายุของนักเรียนและคนที่นักเรียนนำอายุมาคิดโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เช่น

1. ให้นักเรียนและแม่มีอายุรวมกันเป็น 67 ปี

แม่อายุมากกว่านักเรียน 25 ปี

ให้ X แทนอายุของนักเรียน

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาอายุของนักเรียนและแม่โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ดังนี้ $(X + 25) + X = 67$

2. นักเรียนและครูมีอายุรวมกัน 38 ปี

ครูอายุมากกว่านักเรียน 10 ปี

ให้ X แทนอายุของนักเรียน

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาอายุของนักเรียนและครูโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ดังนี้ $(X + 10) + X = 38$

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

จุดประสงค์การเรียนรู้:

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 5 สาธิต

ส่วนที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยระดับชั้นต่าง ๆ ดังนี้ ระดับชั้นประถมศึกษาคิดเป็น 50% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ระดับชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของจำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ที่เหลืออีก 118 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นอนุบาล

โรงเรียนสาธิตแห่งนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ : จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาคิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด

ระดับชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

และอีก 118 คน เป็นนักเรียนชั้นอนุบาล

โจทย์ต้องการให้หา: โรงเรียนสาธิตแห่งนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1 ให้นักเรียนโรงเรียนสาธิต มีนักเรียนทั้งหมด X คน

จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาคิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด คือ

$\frac{50}{100}X = \frac{X}{2}$ คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา คือ

$\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}$ คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษารวมกับนักเรียนชั้นอนุบาลจะได้ $\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}$ + 118 คน ซึ่งเท่ากับ 50% ของนักเรียนทั้งหมด

จะได้สมการ $\left(\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}\right) + 118 = \frac{X}{2}$

$$\frac{4X}{10} + 118 = \frac{X}{2}$$

$$\frac{X}{2} - \frac{4X}{10} = 118$$

$$\frac{5X}{10} - \frac{4X}{10} = 118$$

$$X = 1,180$$

ดังนั้น โรงเรียนสาธิตแห่งนี้มีนักเรียนทั้งหมด 1,180 คน

วิธีที่ 2 ให้นักเรียนชั้นประถมศึกษามีจำนวน X คน ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของนักเรียนทั้งหมด

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษารวมกับนักเรียนชั้นอนุบาลคิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ X คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาคือ $\frac{80}{100}X$ คน และมีนักเรียนระดับชั้นอนุบาลจำนวน 118 คน

จะได้สมการ

$$\frac{80}{100}X + 118 = X$$

$$\frac{4X}{5} + 118 = X$$

$$X - \frac{4X}{5} = 118$$

$$\frac{5X - 4X}{5} = 118$$

$$X = 590$$

ดังนั้น โรงเรียนสาธิตแห่งนี้มีนักเรียนทั้งหมด 590 × 2 = 1,180 คน

การประเมินคำตอบ

มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,180 คน

มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 590 คน คิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด

มีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 472 คน คิดเป็น 80% ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษารวมกับมัธยมศึกษา และชั้นอนุบาล ได้ 590 + 472 + 118 = 1,180 คน

เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์เรื่อง สาธิต ให้นักเรียนระบุจำนวนนักเรียนระดับชั้นนุบาลด้วยตนเอง จากนั้นสร้างความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาจำนวนนักเรียนทั้งหมด

เช่น

1. ให้นักเรียนมีทั้งหมด X คน

จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาคิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด

คือ $\frac{50}{100}X = \frac{X}{2}$ คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา คือ

กำหนดให้จำนวนนักเรียนระดับชั้นอนุบาล มีจำนวน 400 คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษารวมกับนักเรียนระดับชั้นอนุบาล

จะได้ $\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}$ + 400 ซึ่งเท่ากับ 50% ของนักเรียนทั้งหมด

จะได้สมการ $\left(\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}\right) + 400 = \frac{X}{2}$

2. ให้นักเรียนมีทั้งหมด X คน

จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาคิดเป็น 50% ของนักเรียนทั้งหมด

คือ $\frac{50}{100}X = \frac{X}{2}$ คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาคิดเป็น 80% ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

คือ $\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}$ คน

กำหนดให้จำนวนนักเรียนระดับชั้นอนุบาล มีจำนวน 500 คน

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษารวมกับนักเรียนระดับชั้นอนุบาล

จะได้ $\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}$ + 500 ซึ่งเท่ากับ 50% ของนักเรียนทั้งหมด

จะได้สมการ $\left(\frac{80}{100} \times \frac{X}{2}\right) + 500 = \frac{X}{2}$

โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

จุดประสงค์การเรียนรู้:

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอัตราเร็วได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

สถานการณ์ที่ 6 เรื่อง วันพ่อ

ส่วนที่ 1 บอยและต้นหอมเป็นพี่น้องกัน บอยทำงานอยู่กรุงเทพ และต้นหอมทำงานอยู่จันทบุรี เนื่องในโอกาสวันพ่อแห่งชาติ เขาได้นัดกันเพื่อกลับมาหาพ่อที่ชลบุรี ซึ่งระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรีเป็นสองเท่าของระยะทางจากกรึงเทพถึงชลบุรี เนื่องจากสภาพจราจรที่แตกต่างกัน ต้นหอมสามารถเดินทางด้วยอัตราเร็วที่ดีกว่าบอย 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าบอยใช้เวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 30 นาที ต้นหอมใช้เวลาเดินทาง 2 ชั่วโมง บอยและต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็วเท่าไหร่ และระยะทางการเดินทางของบอยและต้นหอมรวมกันเป็นกี่กิโลเมตร

การค้นหาปัญหา (Search)

ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้: ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรีเป็นสองเท่าของระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี

ต้นหอมสามารถเดินทางด้วยอัตราเร็วที่ดีกว่าบอย 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

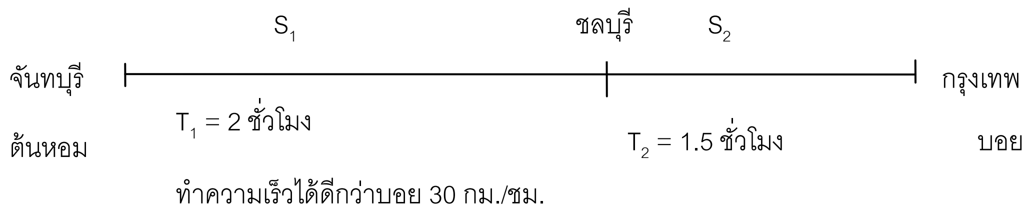
บอยใช้เวลาเดินทาง 1.5 ชั่วโมง ต้นหอมใช้เวลาเดินทาง 2 ชั่วโมง

โจทย์ต้องการให้หา: บอยและต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็วเท่าไหร่ และระยะทางการเดินทางของบอยและต้นหอมรวมกันเป็นกี่กิโลเมตร

การแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ (Solve and Create)

วิธีการที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา และการสร้างคำตอบ

วิธีที่ 1



ให้ต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็ว X กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

คิดเป็นระยะทาง 2X กิโลเมตร

บอยทำเดินทางด้วยอัตราเร็ว X – 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง

คิดเป็นระยะทาง 1.5(X – 30) กิโลเมตร

ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรีเป็นสองเท่าของระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี

จะได้สมการ ดังนี้ $2X = 2 \times 1.5(X - 30)$

$$2X = 3X - 90$$

$$X = 90$$

ดังนั้น ต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรี $2 \times 90 = 180$ กิโลเมตร

บอยเดินทางด้วยอัตราเร็ว 90 - 30 = 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี $1.5 \times 60 = 90$ กิโลเมตร

การเดินทางของบอยและต้นหอมรวมกัน 180 + 90 = 270 กิโลเมตร

วิธีที่ 2 ให้บอยเดินทางด้วยอัตราเร็ว X กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง

คิดเป็นระยะทาง 1.5X กิโลเมตร

ต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็ว X + 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

คิดเป็นระยะทาง 2(X + 30) กิโลเมตร

ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรีเป็นสองเท่าของระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี

จะได้สมการ ดังนี้ $2 \times 1.5X = 2(X + 30)$

$$3X = 2X + 60$$

$$X = 60$$

ดังนั้น บอยเดินทางด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี $1.5 \times 60 = 90$ กิโลเมตร

ต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็ว 60 + 30 = 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรี 2(60 + 30) = 180 กิโลเมตร

การเดินทางของบอยและต้นหอมรวมกัน 180 + 90 = 270 กิโลเมตร

การประเมินคำตอบ

ระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี 90 กิโลเมตร บอยเดินทางด้วยอัตราเร็ว 60กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา $\frac{90}{60} = 1.5$ ชั่วโมง หรือ 1 ชั่วโมง 30 นาที

ระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรี 180 กิโลเมตร ต้นหอมเดินทางด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา $\frac{180}{90} = 2$ ชั่วโมง

พิจารณา $\frac{180}{90} = 2$ จะได้ว่าระยะทางจากจันทบุรีถึงชลบุรีเท่ากับสองเท่า

ของระยะทางจากกรุงเทพถึงชลบุรี เป็นจริงตามเงื่อนไข

ส่วนที่ 2 จากสถานการณ์เรื่อง วันพ่อ ในชีวิตจริงเมื่อโรงเรียนเลิก แล้วนักเรียนเดินทางกลับบ้านไปหาพ่อ ระยะทางจากโรงเรียนไปถึงบ้านของนักเรียนเป็นกี่กิโลเมตร ให้นักเรียนกำหนดอัตราเร็วที่ใช้ในการเดินทาง จากนั้นสร้างความสัมพันธ์เพื่อหาเวลาที่ใช้เดินทางจากโรงเรียนไปถึงบ้านโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เช่น

1. ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้าน 25 กิโลเมตร เดินทางด้วยอัตราเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาเวลาที่ใช้เดินทางจากโรงเรียนไปถึงบ้านโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ดังนี้ $t = \frac{25}{50}$

2. ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้าน 2 กิโลเมตร เดินทางด้วยอัตราเร็ว 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

สร้างความสัมพันธ์เพื่อหาเวลาที่ใช้เดินทางกลับจากโรงเรียนไปถึงบ้านโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ดังนี้ $t = \frac{2}{6}$

ภาคผนวก ง

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS และผลการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2
- คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS และผลการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4

ตารางภาคผนวก ง-1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

คนที่	**คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 12)**	**คะแนนหลังเรียน (x) (เต็ม 36)**	x^2
1	3	28	784
2	6	32	1024
3	5	35	1225
4	4	22	484
5	0	22	484
6	5	32	1024
7	4	26	676
8	5	24	576
9	5	32	1024
10	0	24	576
11	5	31	961
12	4	27	729
13	4	26	676
14	2	23	529
15	5	30	900
16	5	32	1024
17	5	25	625
18	4	23	529
19	5	23	529
20	7	29	841
21	5	27	729
22	4	25	625
23	2	29	841
24	4	26	676

ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

คนที่	**คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 12)**	**คะแนนหลังเรียน (x) (เต็ม 36)**	x^2
25	2	24	576
26	0	25	625
27	5	28	784
28	5	31	961
29	2	31	961
30	5	30	900
31	3	26	676
32	4	26	676
33	2	25	625
34	4	29	841
35	7	33	1089
36	3	32	1024
37	5	32	1024
38	4	28	784
39	5	32	1024
40	6	31	961
41	4	24	576
42	4	26	676
43	3	30	900
44	4	27	729
45	4	26	676
รวม		$\sum x = 1,249$	$\sum x^2 = 35,179$

ตารางภาคผนวก ง-2 ค่าความต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

คนที่	**ร้อยละของคะแนนก่อนเรียน**	**ร้อยละของคะแนนหลังเรียน**	D	D^2
1	25.00	77.78	52.78	2785.49
2	50.00	88.89	38.89	1512.35
3	41.67	97.22	55.56	3086.42
4	33.33	61.11	27.78	771.60
5	.00	61.11	61.11	3734.57
6	41.67	88.89	47.22	2229.94
7	33.33	72.22	38.89	1512.35
8	41.67	66.67	25.00	625.00
9	41.67	88.89	47.22	2229.94
10	.00	66.67	66.67	4444.44
11	41.67	86.11	44.44	1975.31
12	33.33	75.00	41.67	1736.11
13	33.33	72.22	38.89	1512.35
14	16.67	63.89	47.22	2229.94
15	41.67	83.33	41.67	1736.11
16	41.67	88.89	47.22	2229.94
17	41.67	69.44	27.78	771.60
18	33.33	63.89	30.56	933.64
19	41.67	63.89	22.22	493.83
20	58.33	80.56	22.22	493.83
21	41.67	75.00	33.33	1111.11
22	33.33	69.44	36.11	1304.01
23	16.67	80.56	63.89	4081.79

ตารางภาคผนวก ง-2 (ต่อ)

คนที่	ร้อยละของคะแนนก่อนเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน	D	D^2
24	33.33	72.22	38.89	1512.35
25	16.67	66.67	50.00	2500.00
26	.00	69.44	69.44	4822.53
27	41.67	77.78	36.11	1304.01
28	41.67	86.11	44.44	1975.31
29	16.67	86.11	69.44	4822.53
30	41.67	83.33	41.67	1736.11
31	25.00	72.22	47.22	2229.94
32	33.33	72.22	38.89	1512.35
33	16.67	69.44	52.78	2785.49
34	33.33	80.56	47.22	2229.94
35	58.33	91.67	33.33	1111.11
36	25.00	88.89	63.89	4081.79
37	41.67	88.89	47.22	2229.94
38	33.33	77.78	44.44	1975.31
39	41.67	88.89	47.22	2229.94
40	50.00	86.11	36.11	1304.01
41	33.33	66.67	33.33	1111.11
42	33.33	72.22	38.89	1512.35
43	25.00	83.33	58.33	3402.78
44	33.33	75.00	41.67	1736.11
45	33.33	72.22	38.89	1512.35
รวม			$\sum D = 1,977.78$	$\sum D^2 = 93,179.01$

เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร *t*-test dependent ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

$$t = \frac{1,977.78}{\sqrt{\frac{45(93,179.01) - (1,977.78)^2}{44}}}$$

$$t = \frac{1,977.78}{79.98}$$

$$t = 24.73 \quad , \quad df = 44$$

ดังนั้น $t = 24.73$, $df = 44$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01,

$df = 45 - 1 = 44$

จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง (24.73 > 2.4141) สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (25.2 คะแนน) โดยใช้สูตร *t*-test for one sample ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n-1$$

$$t = \frac{27.76 - 25.2}{\frac{3.41}{\sqrt{45}}}$$

$$t = \frac{2.56}{0.51}$$

$$t = 5.02, \quad df = 44$$

ดังนั้น $t = 5.02$, $df = 44$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01, $df = 45 - 1 = 44$

จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง (5.02 > 2.4141) สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตารางภาคผนวก ง-3 คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

คนที่	**คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 6)**	**คะแนนหลังเรียน (x) (เต็ม 18)**	x^2
1	0	14	196
2	3	17	289
3	2	17	289
4	0	14	196
5	0	12	144
6	0	14	196
7	1	14	196
8	3	12	144
9	1	17	289
10	0	11	121
11	2	15	225
12	1	13	169
13	0	12	144

ตารางภาคผนวก ง-3 (ต่อ)

คนที่	**คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 6)**	**คะแนนหลังเรียน (x) (เต็ม 18)**	x^2
14	0	10	100
15	2	14	196
16	3	16	256
17	2	12	144
18	0	10	100
19	2	12	144
20	3	13	169
21	3	14	196
22	0	13	169
23	0	13	169
24	2	13	169
25	0	12	144
26	0	13	169
27	2	12	144
28	3	16	256
29	1	16	256
30	3	15	225
31	2	17	289
32	2	14	196
33	0	12	144
34	2	15	225
35	4	15	225
36	2	15	225
37	2	18	324
38	0	14	196
39	1	15	225

ตารางภาคผนวก ง-3 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (เต็ม 6)	คะแนนหลังเรียน (x) (เต็ม 18)	x^2
40	2	12	144
41	0	12	144
42	0	13	169
43	0	14	196
44	1	16	256
45	0	14	196
รวม		$\sum x = 622$	$\sum x^2 = 8,758$

ตารางภาคผนวก ง-4 ค่าความต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS

คนที่	ร้อยละของคะแนนก่อนเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน	D	D^2
1	0.00	77.78	77.78	6049.38
2	50.00	94.44	44.44	1975.31
3	33.33	94.44	61.11	3734.57
4	0.00	77.78	77.78	6049.38
5	0.00	66.67	66.67	4444.44
6	0.00	77.78	77.78	6049.38
7	16.67	77.78	61.11	3734.57
8	50.00	66.67	16.67	277.78
9	16.67	94.44	77.78	6049.38
10	0.00	61.11	61.11	3734.57
11	33.33	83.33	50.00	2500.00

ตารางภาคผนวก ง-4 (ต่อ)

คนที่	ร้อยละของคะแนนก่อนเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน	D	D^2
12	16.67	72.22	55.56	3086.42
13	0.00	66.67	66.67	4444.44
14	0.00	55.56	55.56	3086.42
15	33.33	77.78	44.44	1975.31
16	50.00	88.89	38.89	1512.35
17	33.33	66.67	33.33	1111.11
18	0.00	55.56	55.56	3086.42
19	33.33	66.67	33.33	1111.11
20	50.00	72.22	22.22	493.83
21	50.00	77.78	27.78	771.60
22	0.00	72.22	72.22	5216.05
23	0.00	72.22	72.22	5216.05
24	33.33	72.22	38.89	1512.35
25	0.00	66.67	66.67	4444.44
26	0.00	72.22	72.22	5216.05
27	33.33	66.67	33.33	1111.11
28	50.00	88.89	38.89	1512.35
29	16.67	88.89	72.22	5216.05
30	50.00	83.33	33.33	1111.11
31	33.33	94.44	61.11	3734.57
32	33.33	77.78	44.44	1975.31
33	0.00	66.67	66.67	4444.44
34	33.33	83.33	50.00	2500.00
35	66.67	83.33	16.67	277.78
36	33.33	83.33	50.00	2500.00

ตารางภาคผนวก ง-4 (ต่อ)

คนที่	ร้อยละของคะแนนก่อนเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน	D	D^2
37	33.33	100.00	66.67	4444.44
38	0.00	77.78	77.78	6049.38
39	16.67	83.33	66.67	4444.44
40	33.33	66.67	33.33	1111.11
41	0.00	66.67	66.67	4444.44
42	0.00	72.22	72.22	5216.05
43	0.00	77.78	77.78	6049.38
44	16.67	88.89	72.22	5216.05
45	0.00	77.78	77.78	6049.38
รวม			$\sum D = 2,505.56$	$\sum D^2 = 154,290.12$

เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร *t*-test dependent ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

$$t = \frac{2,505.56}{\sqrt{\frac{45(154,290.12) - (2,505.56)^2}{44}}}$$

$$t = \frac{2,505.56}{122.96}$$

$$t = 20.38, \quad df = 44$$

ดังนั้น $t = 20.38, \quad df = 44$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01,

$df = 45 - 1 = 44$

จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง (20.38 > 2.4141) สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (12.6 คะแนน) โดยใช้สูตร *t*-test for one sample ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{13.82 - 12.6}{\frac{1.91}{\sqrt{45}}}$$

$$t = \frac{1.22}{0.28}$$

$$t = 4.29, \quad df = 44$$

ดังนั้น $t = 4.29$, $df = 44$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01,

$df = 45 - 1 = 44$

จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง (4.29 > 2.4141) สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .01