



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา(Case Study) ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytical Description) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ระบบการนำเสนอภายนอกของครู ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของ Pirie และ Kieren เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

1.1 ผู้วิจัย จำนวน 1 คน ทำหน้าที่สังเกตและจดบันทึกภาคสนาม (Field Note) กลุ่มเป้าหมาย โดยบันทึก การใช้ระบบการนำเสนอภายนอกของครู และพฤติกรรมของนักเรียนใน ขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สังเกตและบันทึกภาคสนาม การทำแบบทดสอบของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากการทำแบบทดสอบ รวมถึงการบันทึกภาพนิ่งในเหตุการณ์ที่สำคัญ

1.2 ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 คน โดยผู้ช่วยวิจัยทั้ง 4 คน กำลังศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.2.1 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่สังเกต บันทึกเสียง บันทึกวีดิทัศน์ ในทุกขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการใช้ระบบการนำเสนอภายนอกของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่สังเกต บันทึกเสียง บันทึกวีดิทัศน์ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้โดยเน้นไปที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 1 รวมไปถึงพฤติกรรมทำแบบทดสอบ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้เพื่อให้เห็นการทำแบบทดสอบของนักเรียน

1.2.3 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่สังเกต บันทึกเสียง บันทึกวีดิทัศน์ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้โดยเน้นไปที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 2 รวมไปถึงพฤติกรรมทำแบบทดสอบ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้เพื่อให้เห็นการทำแบบทดสอบของนักเรียน

1.2.4 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 4 ทำหน้าที่สังเกต บันทึกเสียง บันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้ โดยเน้นไปที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 3 รวมไปถึงพฤติกรรมกรรมการทำแบบทดสอบ โดยบันทึกในลักษณะภาพระยะใกล้เพื่อให้เห็นการทำแบบทดสอบของนักเรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย

2.1 ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 1 คน และเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 และได้รับการจัดการเรียนรู้จากครูกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 3 คน และเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1 แบบบันทึกภาคสนาม เพื่อบันทึกพฤติกรรมของครู โดยเน้นการใช้ระบบการนำเสนอภายนอกในแต่ละการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ลักษณะเป็นแบบปลายเปิด และบันทึกพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในขณะที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อทดสอบระดับความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ แบบรูปและความสัมพันธ์ คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมบัติการเท่ากัน การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.2 เครื่องบันทึกเสียงและแถบบันทึกเสียง ใช้บันทึกเสียงของครูในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกเสียงในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบ และบันทึกเสียงสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากทำแบบทดสอบ

3.4 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์และแถบบันทึกวีดิทัศน์ โดยใช้บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู จำนวน 4 เครื่อง ดังนี้

3.4.1 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ตัวที่ 1 ทำการบันทึกขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยติดตามครูอย่างใกล้ชิดเพื่อให้เห็นการนำเสนอภายนอกของครู

3.4.2 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ตัวที่ 2 ทำการบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 1 ในขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และบันทึกในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบ

3.4.3 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ตัวที่ 3 ทำการบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 2 ในขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้และบันทึกในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบ

3.4.4 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ตัวที่ 4 ทำการบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คนที่ 3 ในขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และบันทึกในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบ

3.5 กล้องบันทึกภาพนิ่ง โดยผู้วิจัยใช้เพื่อบันทึกภาพนิ่งในเหตุการณ์ที่น่าสนใจหรือสำคัญ พฤติกรรมของครู ในขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน ในขณะที่ทำแบบทดสอบ และใช้สำหรับบันทึกภาพรวมทั่วไปในขณะที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.6 แบบบันทึกการสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง มีลักษณะปลายเปิด ซึ่งทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายภายหลังจากเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกในประเด็นที่เกี่ยวกับการตรวจสอบแนวคิดของนักเรียน และประเด็นต่างๆ ที่ยังไม่ชัดเจน หลังจากทำแบบทดสอบ โดยนำชิ้นงานของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาเป็นเอกสารประกอบการสัมภาษณ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยทำการศึกษานิเทศก์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ใน โรงเรียนที่ทำการศึกษาคือ สังเกตและศึกษาเกี่ยวกับ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการสอนของครู ประวัติการศึกษา ประสบการณ์การทำงาน และภาระงานที่ได้รับมอบหมายของครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ผู้วิจัยทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือในการทำวิจัยคือ แบบทดสอบที่เกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เมื่อเสร็จแล้วนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และหาประสิทธิภาพของเครื่องมือโดยการนำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียน โรงเรียนอื่นที่อยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นนำข้อสังเกตและข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเครื่องมือที่ได้รับการแก้ไขแล้ว เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

4.3 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกวีดิทัศน์การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในบริบทการจัดการเรียนรู้ตามปกติในห้องเรียน เพื่อบันทึกการใช้ระบบ การนำเสนอภายนอกของครู และบันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจากครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จในแต่ละเรื่อง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาที่ครูสอนในแต่ละคาบ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย สังเกตและบันทึกวีดิทัศน์ พร้อมบันทึกเสียง ในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบในชั้นเรียน

4.4 ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากทำแบบทดสอบ เพื่อทำความเข้าใจให้ ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับระดับความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็น รายบุคคล

4.5 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดิทัศน์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และ การทำแบบทดสอบของนักเรียน การสัมภาษณ์ และการบันทึกเสียง เกี่ยวกับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว มาถอดโปรโตคอล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แยกวิเคราะห์ ดังนี้

5.1 วิเคราะห์การใช้ระบบการนำเสนอภายนอกของครู

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากบันทึกวีดิทัศน์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียวของครู บันทึกภาคสนาม ภาพนิ่ง บันทึกเสียง เพื่อใช้วิเคราะห์การใช้ระบบการนำเสนอ ภายนอกของครู โดยวิเคราะห์ตามกิจกรรมการเรียนรู้ของครูในแต่ละกิจกรรม

5.2 วิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวคิดทฤษฎีของ Pirie และ Kieren

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรมนักเรียนขณะครูจัดกิจกรรม การเรียนรู้ บันทึกภาคสนาม บันทึกการสัมภาษณ์ บันทึกเสียง ชิ้นงานนักเรียน แบบทดสอบที่ นักเรียนทำ เพื่อใช้วิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามกรอบการพัฒนา ความเข้าใจของ Pirie และ Kieren

กรอบทฤษฎีของ Pirie และ Kieren ได้เสนอระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้ เกิดการเรียนรู้ออกเป็น 8 ระดับ คือ ระดับแรก คือ ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing) ระดับที่สอง คือ การสร้างมโนภาพ (Image Making) ระดับที่สาม คือ การมีมโนภาพ (Image Having) ระดับที่สี่ คือ การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing) ระดับที่ห้า คือ การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม

(Formalizing) ระดับที่หก คือ การสังเกต (Observing) ระดับที่เจ็ด คือ การสร้างโครงสร้าง (Structuring) ระดับที่แปด คือ การสร้างมโนคติใหม่ (Inventizing)

เนื่องจากมโนคติที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนยังไม่ถึงขั้นที่จะสะท้อนข้อสรุปเชิงนามธรรมเพื่อสร้างทฤษฎีบทหรือมาพิสูจน์ทฤษฎีบทได้ และการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นเพียงเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเท่านั้นยังไม่ได้จัดกิจกรรมในมโนคติที่สูงกว่า เช่น เรื่องระบบสมการ เรื่องอสมการ ดังนั้นนักเรียนยังไม่ถึงขั้นความเข้าใจสูงสุดเพื่อไปสร้างมโนคติใหม่ในระดับที่สูงขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับเป็น 5 ระดับ คือ ระดับแรก คือ ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing) ระดับที่สอง คือ การสร้างมโนภาพ (Image Making) ระดับที่สาม คือ การมีมโนภาพ (Image Having) ระดับที่สี่ คือ การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing) ระดับที่ห้า คือ การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (Formalizing) ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโดยแยกเป็นเรื่องคือ ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยได้วางกรอบทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ตารางการวิเคราะห์ทฤษฎีของ Pirie และ Kieren

ระดับความเข้าใจที่เป็นกระบวนการสร้างความเข้าใจ	ระดับความเข้าใจที่เป็นผลของการสร้างความเข้าใจ
	ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing)
การสร้างมโนภาพ (Image Making)	การมีมโนภาพ (Image Having)
การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing)	การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (Formalizing)
การสังเกต (Observing)	การสร้างโครงสร้าง (Structuring)
การสร้างมโนคติใหม่ (Inventizing)	

5.2.1 ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 4 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่องความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
1. ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing)	เป็นความรู้พื้นฐาน หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ที่นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างและพัฒนาในระดับความเข้าใจต่อไป ไม่ใช่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ แต่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สังเกต ครู หรือผู้วิจัยคาดเดาว่านักเรียนจะมีความรู้พื้นฐานนี้เพื่อไปสร้างมโนคติใหม่	นักเรียนสามารถเขียนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ และสามารถบอกความหมายของสมการได้ บอกความหมายของตัวแปรได้
2. การสร้างมโนภาพ (Image Making)	เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนนำความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่และที่เกี่ยวข้องกับมโนคติใหม่ มาสร้างสิ่งที่แตกต่างจากความรู้พื้นฐานเพื่อใช้ในแนวทางใหม่ หรือมาสร้างความหมาย จากการจัดกระทำกับสื่อรูปธรรม หรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	นักเรียนนำความหมายของสมการและสมการที่มีตัวแปรมาพิจารณาตัวอย่างสมการที่ครูยกตัวอย่างและบอกได้ว่าตัวอย่างของประโยคสัญลักษณ์ที่ครูยกตัวอย่างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหรือไม่ได้

ตารางที่ 4 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่องความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
<p>3. การมีมโนภาพ (Image Having)</p>	<p>ความเข้าใจระดับนี้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือมโนภาพได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ซึ่งเป็นความเข้าใจที่พัฒนาจากการที่นักเรียนจัดกระทำกับสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์แล้วสามารถสร้างภาพความคิดในใจโดยสามารถ อธิบาย สะท้อน คิดย้อนกลับมโนภาพนั้น โดยไม่ต้องแสดงการจัดกระทำเหมือนการสร้างมโนภาพอีก แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจถูกเรียกว่าการเชื่อมโยง ถ้าผู้เรียนย้อนกลับไปในระดับความเข้าใจที่ระดับก่อนหน้าเมื่อพิสูจน์ได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนมโนภาพที่มีอยู่ ซึ่งแสดงให้นักเรียนเห็นในภายหลังว่าไม่เพียงพอหรือเป็นมโนภาพที่ผิด</p>	<p>นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสมการที่กำหนดให้เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรหรือไม่เพราะเหตุใด</p>
<p>4. การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing)</p>	<p>ความเข้าใจระดับนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนจัดการ หรือรวมแ่งมุมของมโนภาพที่มีอยู่เพื่อสร้างคุณสมบัติที่เฉพาะ เป็นวิธีการเฉพาะ และสังเกตเห็นคุณสมบัติบางประการที่เกี่ยวข้องกัน รวมไปถึงการที่ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงและหาข้อแตกต่างระหว่างมโนภาพที่มีอยู่นั้น</p>	<p>นักเรียนสามารถสังเกตเห็นคุณสมบัติบางประการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ครูยกตัวอย่างและบอกได้ว่าเป็นสมการที่เป็นจริงหรือเท็จในกรณีใด</p>

ตารางที่ 4 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่องความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (Formalizing)	ความเข้าใจระดับนี้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปเชิงนามธรรม นิยาม สูตร หรือข้อสรุปทั่วไป ของมโนภาพที่เฉพาะเจาะจงที่มีอยู่จากขั้นตอนการสังเกตคุณสมบัติ	นักเรียนบอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในรูปแบบทั่วไปได้

5.2.2 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 5 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
1. ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing)	เป็นความรู้พื้นฐาน หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ที่นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างและพัฒนาระดับความเข้าใจต่อไป ไม่ใช่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ แต่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สังเกต ครู หรือผู้วิจัยคาดเดาว่านักเรียนจะมีความรู้พื้นฐานนี้เพื่อไปสร้างมโนคติใหม่	นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คำตอบของสมการ สมบัติที่ใช้ในการแก้สมการ เช่น สมบัติการเท่ากัน สมบัติการแจกแจง และนักเรียนสามารถบวก ลบ คูณหาร จำนวนเต็ม ทศนิยม เศษส่วน ได้

ตารางที่ 5 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว
<p>2. การสร้างมโนภาพ (Image Making)</p>	<p>เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนนำความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่และที่เกี่ยวข้องกับมโนคติใหม่ มาสร้างสิ่งที่แตกต่างจากความรู้พื้นฐานเพื่อใช้ในแนวทางใหม่ หรือมาสร้างความหมาย จากการจัดกระทำกับสื่อรูปธรรม หรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์</p>	<p>นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติที่ใช้ในการแก้สมการมาสร้างความหมายกับตัวอย่างที่ครูแสดงการแก้สมการ</p>
<p>3. การมีมโนภาพ (Image Having)</p>	<p>ความเข้าใจระดับนี้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือมโนภาพได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ซึ่งเป็นความเข้าใจที่พัฒนาจากการที่นักเรียนจัดกระทำกับสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์แล้วสามารถสร้างภาพความคิดในใจ โดยสามารถ อธิบาย สะท้อน คิดย้อนกลับมโนภาพนั้น โดยไม่ต้องแสดงการจัดกระทำเหมือนการสร้างมโนภาพอีก แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจถูกเรียกว่าการเชื่อมโยง ถ้าผู้เรียนย้อนกลับไปในระดับความเข้าใจที่ระดับก่อนหน้า เมื่อพิสูจน์ได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนมโนภาพที่มีอยู่ ซึ่งแสดงให้นักเรียนเห็นในภายหลังว่าไม่เพียงพอหรือเป็นมโนภาพที่ผิด</p>	<p>นักเรียนสามารถเลือกใช้สมบัติในการแก้สมการเพื่อหาคำตอบของสมการได้ และแสดงขั้นตอนวิธีการแก้สมการ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการแก้สมการได้</p>

ตารางที่ 5 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมเรียนรู้เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว
4. การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing)	ความเข้าใจระดับนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียน จัดการ หรือรวมแง่มุมของมโนภาพที่มี อยู่เพื่อสร้างคุณสมบัติที่เฉพาะ เป็น วิธีการเฉพาะ และสังเกตเห็นคุณสมบัติ บางประการที่เกี่ยวข้องกัน รวมไปถึง การที่ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยง และหาข้อแตกต่างระหว่างมโนภาพที่มี อยู่นั้น	นักเรียนอธิบายการใช้ สมบัติที่นำมาแก้สมการ พร้อมทั้งบอกเหตุผลการ เลือกใช้สมบัตินั้นได้ แสดง วิธีการอื่นในการแก้สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
5. การสร้างข้อสรุปเชิง นามธรรม (Formalizing)	ความเข้าใจระดับนี้ผู้เรียนสามารถหา ข้อสรุปเชิงนามธรรม นิยาม สูตร หรือ ข้อสรุปทั่วไป ของมโนภาพที่ เฉพาะเจาะจงที่มีอยู่จากขั้นตอนการ สังเกตคุณสมบัติ	นักเรียนสามารถสรุป ขั้นตอนวิธีการแก้สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

5.2.3 การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 6 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
1. ความรู้พื้นฐาน (Primitive Knowing)	<p>เป็นความรู้พื้นฐาน หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ที่นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างและพัฒนาระดับความเข้าใจต่อไป ไม่ใช่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ แต่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สังเกต ครู หรือผู้วิจัยคาดเดาว่านักเรียน จะมีความรู้พื้นฐานนี้เพื่อไปสร้างมโนคติใหม่</p>	<p>นักเรียนสามารถเขียนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้</p> <p>นักเรียนแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้</p> <p>นักเรียนสามารถบอกความหมายของตัวแปรได้</p> <p>การวิเคราะห์</p>
2. การสร้างมโนภาพ (Image Making)	<p>เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนนำความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่และที่เกี่ยวข้องกับมโนคติใหม่มาสร้างสิ่งที่แตกต่างจากความรู้พื้นฐานเพื่อใช้ในแนวทางใหม่หรือมาสร้างความหมายจากการจัดกระทำกับสื่อรูปธรรม กิจกรรมทางคณิตศาสตร์</p>	<p>นักเรียนนำความรู้เรื่องการเขียนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ มาสร้างความหมายกับตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ครูอธิบาย</p>

ตารางที่ 6 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมเรียนรู้เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
<p>3. การมีมโนภาพ (Image Having)</p>	<p>ความเข้าใจระดับนี้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือมโนภาพได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ซึ่งเป็นความเข้าใจที่พัฒนาจากการที่นักเรียนจัดกระทำกับสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์แล้วสามารถสร้างภาพความคิดในใจ โดยสามารถ อธิบาย สะท้อน คิดย้อนกลับมโนภาพนั้น โดยไม่ต้องแสดงการจัดกระทำเหมือนการสร้างมโนภาพอีก แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจถูกเรียกว่าการเชื่อมโยง ถ้าผู้เรียนย้อนกลับไปในระดับความเข้าใจที่ระดับก่อนหน้าเมื่อพิสูจน์ได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนมโนภาพที่มีอยู่ ซึ่งแสดงให้นักเรียนเห็นในภายหลังว่าไม่เพียงพอหรือเป็นมโนภาพที่ผิด</p>	<p>นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้</p>
<p>4. การสังเกตคุณสมบัติ (Property Noticing)</p>	<p>ความเข้าใจระดับนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนจัดการ หรือรวมแ่งมุมของมโนภาพที่มีอยู่เพื่อสร้างคุณสมบัติที่เฉพาะ เป็นวิธีการเฉพาะ และสังเกตเห็นคุณสมบัติบางประการที่เกี่ยวข้องกัน รวมไปถึงการที่ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงและหาข้อแตกต่างระหว่างมโนภาพที่มีอยู่นั้น</p>	<p>นักเรียนสังเกตเห็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p>

ตารางที่ 6 ตารางกรอบการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. การสร้างข้อสรุปเชิง นามธรรม (Formalizing)	ความเข้าใจระดับนี้นักเรียนสามารถหา ข้อสรุปเชิงนามธรรม นิยาม สูตร หรือ ข้อสรุปทั่วไป ของมโนภาพที่ เฉพาะเจาะจงที่มีอยู่จากขั้นตอนการ สังเกตคุณสมบัติ	นักเรียนสามารถสรุป ขั้นตอนการแก้สมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว



