

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อสำรวจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ภายใต้โครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ดำเนินงานโดยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามกรอบแนวคิดของ Lesh (1979) ใช้การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนและการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocal Analysis) โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 บริบทของโรงเรียนที่เป็นสถานที่ทำวิจัย

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.4 เครื่องมือในการวิจัย

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 บริบทของโรงเรียน

โรงเรียนบ้านแม่สา ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 4 บ้านแม่สา ตำบลแม่สา อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 สอนระดับชั้นอนุบาลปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนบ้านแม่สา ได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ดำเนินงานโดยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาโรงเรียนได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงการฯ โดยได้ส่งครูคณิตศาสตร์เข้ารับการอบรมจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นในปีการศึกษา 2552 และนำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2552 เป็นต้นมา โดยในปีการศึกษา 2552 ได้มีการนำนวัตกรรมมาใช้ในการระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ในปีการศึกษา 2553 ได้ขยายระดับชั้นเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 ปัจจุบันได้จัดการเรียนการสอนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา อำเภอมะแมร์ จังหวัดเชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยทำการศึกษาเชิงสำรวจจากผลงานเขียนของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและจากการทำกิจกรรมกลุ่มย่อยที่มีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 2 คน

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 3 คน ประกอบด้วยนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรายละเอียดของผู้ช่วยวิจัย ดังนี้

1) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 เป็นนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ปีการศึกษา 2561 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตโดยได้ศึกษาในรายวิชา คณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา ผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดทำขึ้นภายใต้ความร่วมมือระหว่าง Center for Research on International Cooperation in Educational Development (CRICED), University of Tsukuba ประเทศญี่ปุ่นและศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน

2) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 เป็นครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปี 2543 ประสบการณ์การสอน 16 ปีประจำการโรงเรียนบ้านแม่สาตั้งแต่ปีการศึกษา 2558 เข้าร่วมโครงการการจัดการศึกษาโดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และเป็นครูพี่เลี้ยงให้กับนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดทำให้ผู้ร่วมวิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ช่วยวิจัย

ทำหน้าที่ร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้วิจัย จัดบันทึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการบันทึกวิธีทัศน์

3) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 เป็นนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ปีการศึกษา 2561 ซึ่งสอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต โดยได้ศึกษาในรายวิชาการกระบวนการนำเสนอในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน เรขาคณิตในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน จำนวนและการดำเนินการในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน การวัดในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน พีชคณิตในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ความน่าจะเป็นและสถิติในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน และกระบวนการสื่อสารคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดทำขึ้นภายใต้ความร่วมมือระหว่าง Center for Research on International Cooperation in Educational Development (CRICED) , University of Tsukuba ประเทศญี่ปุ่นและศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางการคิดทางคณิตศาสตร์ในโครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้ผู้ร่วมวิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้วิจัย จัดบันทึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการบันทึกวิธีทัศน์

3.3.2 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เริ่มปฏิบัติการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

3.4 เครื่องมือในการวิจัย

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3) จำนวน 10 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ตารางการคูณของ 6

11 การคูณ (3)

ตารางการคูณของ $6 \times \square$

1 แต่ละกลอง มีเหรียญ 6 ชิ้น
ถ้ามี 3 กลอง จะมีเหรียญเท่าไร

① เขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
② หาผลคูณ

2 สร้างตารางการคูณของ $6 \times \square$

① เขียนผลคูณในช่องว่าง
② เมื่อตัวคูณเพิ่มขึ้น 1
ผลคูณจะเพิ่มขึ้นเท่าไร

ตัวอย่าง:

ตัวคูณ	ตัวคูณ	ผลคูณ
$6 \times 2 = 12$		
$6 \times 3 =$		

ถ้าตัวคูณเพิ่มขึ้น 1 แล้วผลคูณจะเพิ่มขึ้น เท่ากับตัวตั้งคูณ

27

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บัตรการคูณของ 6

3 สร้างบัตรการคูณของ $6 \times \square$ และวาดภาพแสดงการคูณ

ตัวอย่าง:

$6 \times 4 = 24$

6×4

ตารางการคูณของ $6 \times \square$

$6 \times 1 = 6$	... หมา หมี 6 ตัว	6
$6 \times 2 = 12$	... หมา สุนัข 12 ตัว	12
$6 \times 3 = 18$	... หมา สุนัข 18 ตัว	18
$6 \times 4 = 24$	... หมา สุนัข 24 ตัว	24
$6 \times 5 = 30$	... หมา สุนัข 30 ตัว	30
$6 \times 6 = 36$	... หมา สุนัข 36 ตัว	36
$6 \times 7 = 42$	... หมา สุนัข 42 ตัว	42
$6 \times 8 = 48$	... หมา สุนัข 48 ตัว	48
$6 \times 9 = 54$	... หมา สุนัข 54 ตัว	54

4 ลองคำนวณจำนวนต่อไปนี้โดยใช้การคูณ

① จำนวนปลาทั้งหมด ② จำนวนโดมทั้งหมด

ตัวอย่าง:

ปลา: 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว

โดม: 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม, 6 โดม

5 ลองสร้างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ ตารางการคูณของ $6 \times \square$

ตัวอย่าง:

6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว, 6 ตัว

28

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง บัตรการคูณของ 8

3 สร้างบัตรการคูณของ $8 \times \square$ และวาดภาพแสดงการคูณ

ตารางการคูณของ $8 \times \square$

$8 \times 1 = 8$	แปด หนึ่ง เป็น แปด
$8 \times 2 = 16$	แปด สอง เป็น สิบหก
$8 \times 3 = 24$	แปด สาม เป็น ยี่สิบสี่
$8 \times 4 = 32$	แปด ห้า เป็น สี่สิบสอง
$8 \times 5 = 40$	แปด ห้า เป็น สี่สิบ
$8 \times 6 = 48$	แปด ห้า เป็น สี่สิบแปด
$8 \times 7 = 56$	แปด ห้า เป็น หกสิบสี่
$8 \times 8 = 64$	แปด ห้า เป็น หกสิบสอง
$8 \times 9 = 72$	แปด ห้า เป็น หกสิบแปด

4 เด็กแต่ละคนได้บัตรการคูณ 8 แผ่น
ถ้ามีเด็ก 6 คนจะต้องใช้กระดาษสีทั้งหมดกี่แผ่น

5 คุณจำนวนที่ออกตรงกลาง
ด้วยจำนวนที่ถูกรอบ ๆ
แล้วเขียนคำตอบที่ได้อลงใน
ช่องว่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ตารางการคูณของ 9

ตารางการคูณของ $9 \times \square$

1 พิมพ์บัตรคูณ 9 คูณอะไรก็ได้
ถ้ามีบัตรคูณ 4 ใบจะมีแผ่นสีกี่แผ่น

① เขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
② หาค่าคูณ

2 พังตารางการคูณของ $9 \times \square$
โดยใช้สิ่งที่คุณเรียนมาช่วยการคูณ

ตารางการคูณของ $9 \times \square$

$9 \times 1 = 9$	เก้า หนึ่ง เป็น เก้า
$9 \times 2 = 18$	เก้า สอง เป็น สิบแปด
$9 \times 3 = 27$	เก้า สาม เป็น ยี่สิบเจ็ด
$9 \times 4 = 36$	เก้า ห้า เป็น สี่สิบหก
$9 \times 5 = 45$	เก้า ห้า เป็น สี่สิบห้า
$9 \times 6 = 54$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสี่
$9 \times 7 = 63$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสาม
$9 \times 8 = 72$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสอง
$9 \times 9 = 81$	เก้า ห้า เป็น หกสิบแปด

ถ้าเราคูณเลขด้วยเลข 9 เราจะได้คำตอบที่เหมือนเลข 9 เช่น $9 \times 1 = 9$ $9 \times 2 = 18$ $9 \times 3 = 27$ $9 \times 4 = 36$ $9 \times 5 = 45$ $9 \times 6 = 54$ $9 \times 7 = 63$ $9 \times 8 = 72$ $9 \times 9 = 81$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง บัตรการคูณของ 9

3 สร้างบัตรการคูณของ $9 \times \square$ และวาดภาพแสดงการคูณ

ตารางการคูณของ $9 \times \square$

$9 \times 1 = 9$	เก้า หนึ่ง เป็น เก้า
$9 \times 2 = 18$	เก้า สอง เป็น สิบแปด
$9 \times 3 = 27$	เก้า สาม เป็น ยี่สิบเจ็ด
$9 \times 4 = 36$	เก้า ห้า เป็น สี่สิบหก
$9 \times 5 = 45$	เก้า ห้า เป็น สี่สิบห้า
$9 \times 6 = 54$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสี่
$9 \times 7 = 63$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสาม
$9 \times 8 = 72$	เก้า ห้า เป็น หกสิบสอง
$9 \times 9 = 81$	เก้า ห้า เป็น หกสิบแปด

4 สร้างสถานการณ์ปัญหาการคูณจากภาพข้างล่างนี้

ความลับของ $9 \times \square$

* บอกสิ่งที่สังเกตเห็นจากตารางการคูณของ $9 \times \square$

ถ้าเราคูณเลขด้วยเลข 9 เราจะได้คำตอบที่เหมือนเลข 9 เช่น $9 \times 1 = 9$ $9 \times 2 = 18$ $9 \times 3 = 27$ $9 \times 4 = 36$ $9 \times 5 = 45$ $9 \times 6 = 54$ $9 \times 7 = 63$ $9 \times 8 = 72$ $9 \times 9 = 81$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ตารางคูณของ 1

ตารางคูณของ $1 \times \square$

1 ครูบอกวิธีหาคำคูณว่าคูณ และได้เตรียมลูกอม 3 เม็ด ส้ม 2 ผล และเด็ก 1 ชิ้น สำหรับจำนวนแต่ละคน ถ้ามีนักเรียนรวม 4 คนจะต้องเตรียมลูกอม ส้ม และเค้กเท่าไร

ลูกอม $3 \times 4 = \square$

ส้ม $2 \times 4 = \square$

เค้ก $\square \times \square = \square$

2 สร้างตารางคูณของ $1 \times \square$




แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง บัตรการคูณของ 1

3 สร้างบัตรการคูณของ $1 \times \square$ และวาดภาพแสดงการคูณ

1×6 6

1×6

๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖

ตารางคูณของ $1 \times \square$

$1 \times 1 = 1$	...คือ 1 ชิ้น	๑
$1 \times 2 = 2$	...คือ 2 ชิ้น	๒
$1 \times 3 = 3$	...คือ 3 ชิ้น	๓
$1 \times 4 = 4$	...คือ 4 ชิ้น	๔
$1 \times 5 = 5$	...คือ 5 ชิ้น	๕
$1 \times 6 = 6$	...คือ 6 ชิ้น	๖
$1 \times 7 = 7$	...คือ 7 ชิ้น	๗
$1 \times 8 = 8$	...คือ 8 ชิ้น	๘
$1 \times 9 = 9$	...คือ 9 ชิ้น	๙

ตารางที่ 3.1 แสดงเป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เป้าหมายรายคาบและการคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

เป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์
1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ $6 \times \square$, $7 \times \square$, $8 \times \square$, $9 \times \square$ และ $1 \times \square$ ได้ 4. นักเรียนสามารถนำการคูณไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมได้	1	ตารางการคูณของ 6	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ 6 ได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	2	บัตรการคูณของ 6	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาการคูณได้	1. นักเรียนจะวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ 3. นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาการคูณ
	3	ตารางการคูณของ 7	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ 7 ได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ

เป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์
	4	บัตรการคูณ ของ 7	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถนำตารางการคูณไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	5	ตารางการคูณของ 8	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ 8 ได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	6	บัตรการคูณ ของ 8	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถนำตารางการคูณไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	7	ตารางการคูณของ 9	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ

เป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์
			2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อก แทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณ ของ 9 ได้	
	8	บัตรการคูณ ของ 9	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการ คูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และ อ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาการ คูณได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การ คูณ
	9	ตารางการ คูณของ 1	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการ คูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และ อ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อก แทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณ ของ 1 ได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การ คูณ
	10	บัตรการคูณ ของ 1	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการ คูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และ อ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การ คูณ

เป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์
			2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อก แทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณ ของ 1 ได้	

2) กล้องถ่ายภาพ ใช้สำหรับบันทึกภาพการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน และผลงานของนักเรียน

3) เครื่องบันทึกวิดีโอ ใช้สำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหวและพฤติกรรมการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ตั้งแต่เริ่มต้นชั้นเรียนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดต่อนักเรียน ในกิจกรรมกลุ่มได้บันทึกพฤติกรรมและการแก้ปัญหาของนักเรียนในขณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำเสนอผลงาน การอภิปรายหน้าชั้นเรียนของนักเรียน และการสรุปแนวความคิดการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้น โดยเครื่องมือเน้นการบันทึกเกี่ยวกับการแสดงแทนแนวคิดของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลแสดงการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยรูปภาพ

4) แบบบันทึกการสังเกต ใช้สำหรับบันทึกการสังเกตพฤติกรรมแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน

แบบบันทึกการสังเกต			
ระดับชั้น	โรงเรียน		
ชื่อผู้สังเกต	สอนระดับชั้นหรือตำแหน่ง		
หน่วยการเรียนรู้ที่ เรื่อง	จำนวน คาบ		
คาบที่สังเกต คาบที่ เรื่อง	เวลา		
วันที่ เดือน พ.ศ.			
คำชี้แจง	คำพูด/พฤติกรรมของนักเรียน	แนวคิดของนักเรียน	ภาพประกอบ

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิดีทัศน์บันทึกการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน เป็นข้อมูลที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ

2) โพรโทคอล เป็นข้อมูลที่ได้จากการถอดวิดีโอทัศน์ จัดทำเป็น Item ซึ่งแสดงคำพูดของนักเรียนที่พูดในระหว่างการแก้ปัญหาโดยวิธีการคิดพร้อมออกเสียงและข้อมูลการเคลื่อนไหวทางกายที่เกี่ยวข้อง

3) ภาพผลงานนักเรียน เป็นข้อมูลที่นักเรียนคิดและเขียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 การดำเนินการก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การปฏิบัติการสอนและสังเกตชั้นเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้เข้าร่วมการสังเกตชั้นเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิดเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ลักษณะนิสัย ความสนใจ บุคลิกภาพและพฤติกรรมการแสดงออก การแสดงแทน ตลอดจนพฤติกรรมการทำงานร่วมกับเพื่อน

2) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่องการคูณ (3) ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ คือ ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านแม่สา, ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา และครูประจำวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแม่สา

3) การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งกำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ในการวางกล้องวิดีโอเพื่อบันทึกภาพวิดีโอขณะที่เก็บข้อมูล รวมไปถึงการนำการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน

3.5.2 การดำเนินการระหว่างเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่บันทึกพฤติกรรมการแสดงแทนของผู้เรียนโดยที่ไม่เข้าไปมีส่วนร่วมหรือแทรกแซงการคิดของนักเรียนและผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนและดำเนินการในชั้นเรียนโดยวันและเวลาในการเก็บข้อมูลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดง วัน เวลา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

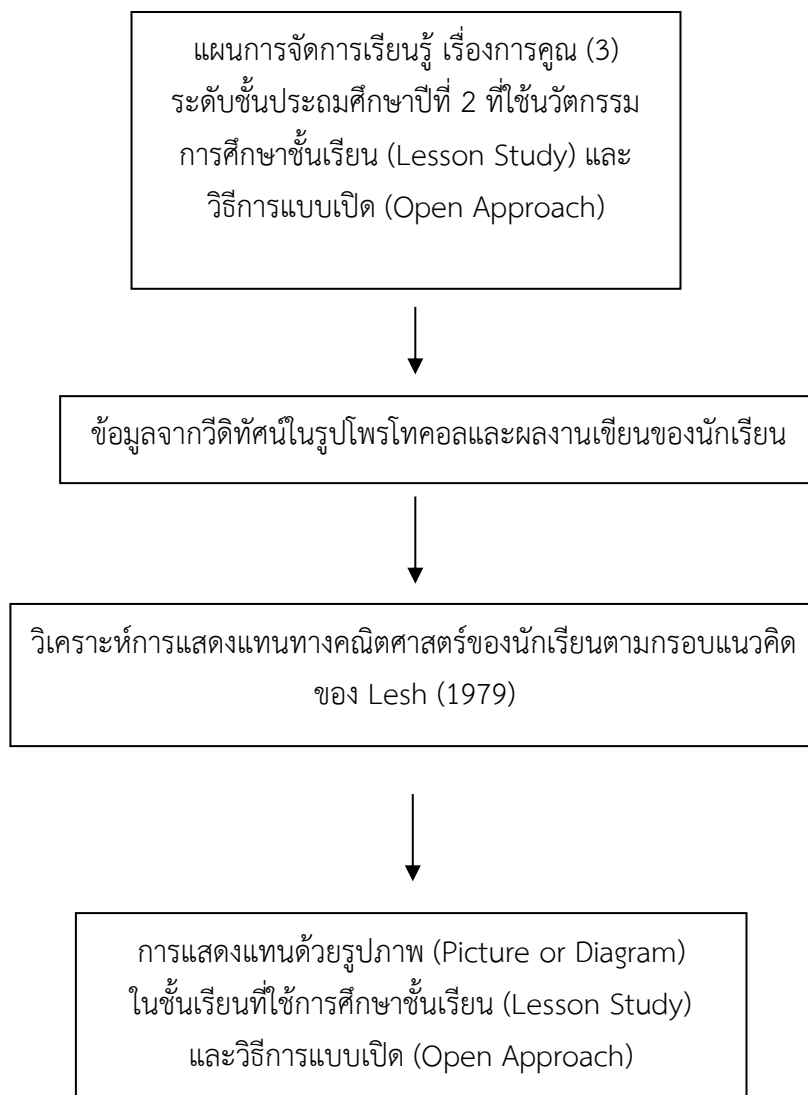
แผนการจัดการเรียนรู้	วัน/เดือน/ปี	เวลา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ตารางการคูณของ 6	19 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บัตรการคูณของ 6	20 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางการคูณของ 7	21 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บัตรการคูณของ 7	24 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตารางการคูณของ 8	25 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง บัตรการคูณของ 8	26 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ตารางการคูณของ 9	27 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง บัตรการคูณของ 9	2 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ตารางการคูณของ 1	3 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง บัตรการคูณของ 1	3 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง

3.5.3 การดำเนินการหลังการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลงานนักเรียนมาวิเคราะห์รูปแบบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ โดยใช้วิธีทัศน์มัลติมีเดียวิเคราะห์ประกอบการวิเคราะห์ ตามกรอบแนวคิดของ Lesh (1979)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และตามกรอบแนวคิดการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของ Lesh (1979) ในเรื่องการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ (Picture)



ภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูล