

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มโดยใช้สถานการณ์จริงและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

1.1 ครูผู้วิจัย จำนวน 1 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยใช้ สถานการณ์จริง และโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ และทำหน้าที่สังเกตและจดบันทึกภาคสนาม (Field Note) พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม และสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นที่สงสัย

1.2 ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 คน ซึ่งกำลังศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำหน้าที่ดังนี้

1.2.1 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม บันทึกเสียงและบันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อให้เห็นการสนทนา การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มย่อยที่ 1 ของกิจกรรมที่ใช้ สถานการณ์จริงและใช้ GSP

1.2.2 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม บันทึกเสียงและบันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อให้เห็นการสนทนา การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มย่อยที่ 2 ของกิจกรรมที่ใช้ สถานการณ์จริงและใช้ GSP

1.2.3 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม บันทึกเสียงและบันทึกวีดิทัศน์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะภาพรวม และบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.2.4 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 4 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างที่ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และบันทึกภาพนิ่งในเหตุการณ์ที่สำคัญ

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนบ้านโนนสว่าง จังหวัดหนองคาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคายเขต 2 จำนวน 12 คน โดยได้จากความสมัครใจของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 ชุด ดังนี้

2.1 ชุดที่ 1 เป็นนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ จำนวน 6 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

2.2 ชุดที่ 2 เป็นนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ จำนวน 6 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1 กิจกรรมที่ใช้ในการศึกษาความเข้าใจในมโนคติเรื่องจำนวนเต็ม ประกอบด้วยชุดกิจกรรม 2ชุด โดยชุดที่ 1 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกจำนวนเต็ม จำนวน 3 กิจกรรม และชุดที่ 2 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการลบจำนวนเต็ม จำนวน 5 กิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้สถานการณ์จริงและการใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

3.1.2 ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหา และวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ เรื่อง จำนวนเต็ม การบวกและการลบจำนวนเต็ม

3.1.3 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่ใช้สถานการณ์จริงและ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

3.1.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3.2 บันทึกภาคสนาม (Field Note) เป็นการบันทึกแบบเปิด โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนตามสภาพจริงที่สังเกตได้ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 กล้องวิดีโอ (Video Recording) ใช้บันทึกการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และการปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย

3.4 เครื่องบันทึกเสียง ใช้ในการบันทึกเสียงพูดของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมและ บันทึกเสียงสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ทำการเสร็จ

3.5 กล้องบันทึกภาพนิ่ง ใช้บันทึกภาพเหตุการณ์ที่สำคัญและน่าสนใจในขณะที่นักเรียนทำ กิจกรรมและภาพรวมทั่วไปขณะทำการเรียนรู้อ

3.6 แบบบันทึกการสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง มีลักษณะปลายเปิด เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อตรวจสอบแนวคิดที่ไม่ชัดเจนของนักเรียน ซึ่งทำการสัมภาษณ์นักเรียน กลุ่มเป้าหมายภายหลังจากเสร็จสิ้นการทำกิจกรรม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยทำการศึกษาภูมิหลังเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนที่ทำการศึกษา และศึกษา ข้อมูลพื้นฐาน พฤติกรรมการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 2 ชุด คือชุดที่ 1 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการบวกจำนวนเต็ม จำนวน 3 กิจกรรม และชุดที่ 2 เป็น กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการลบจำนวนเต็ม จำนวน 5 กิจกรรม

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์จริงและโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ ซึ่งได้ดำเนินการที่ละกิจกรรม

4.4 ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากเสร็จแต่ละกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับความเข้าใจใหม่ โนมติเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย

4.5 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินการจัดกิจกรรมโดยใช้ บันทึกภาคสนาม เทป บันทึกเสียง วิดีทัศน์ บันทึกการสัมภาษณ์ และผลงานนักเรียนจากการทำกิจกรรม แล้วนำข้อมูลที่ ได้มาถอดโปรโตคอล

4.6 ผู้วิจัยนำโปรโตคอลที่ได้จากการทำกิจกรรมของนักเรียน การทำกิจกรรม พร้อมทั้งงาน เขียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจใหม่ โนมติเรื่องจำนวนเต็มตามแนวคิด ทฤษฎี APS

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์โปรโตคอล วิธีทัศน์ บันทึกภาคสนาม บันทึกการสัมภาษณ์ และผลงานนักเรียน มาวิเคราะห์มโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวคิดทฤษฎี APS ซึ่งผู้วิจัยได้วางกรอบทฤษฎีการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

มโนคติ	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1.การบวกจำนวนเต็ม			นักเรียนเชื่อมโยงมโนคติเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มในทุกกรณีเช่นหาคำตอบของการบวกจำนวนเต็มได้ถูกต้อง
1.1 กรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับ จำนวนเต็มบวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อโบริดไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีน้ำเงินและต่อรถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและสามารถนำโบริดของรถไฟทั้งสองขบวนมาต่อกันเป็นรถไฟขบวนเดียวกันที่เป็นสีน้ำเงิน	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มบวกได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1.2 กรณีจำนวนเต็มลบบวกกับ จำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รดไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อโบกี้รดไฟขบวนที่สองเป็นสีแดงและสามารถนำโบกี้ของรดไฟทั้งสองขบวนมาต่อกันเป็นรดไฟขบวนเดียวกันที่เป็นสีแดง	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มลบบวกกับจำนวนเต็มลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	
1.3 กรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับ จำนวนเต็มลบ 1)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รดไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีน้ำเงินและต่อโบกี้รดไฟขบวนที่สองที่เป็นสีแดงและสามารถนำโบกี้ของรดไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รดไฟที่มีสีต่างกันเกิดการหักล้างและตรวงได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรดไฟขบวนสีน้ำเงิน	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบโดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีน้ำเงินและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองที่เป็นสีแดงและสามารถนำโบกี้ของรถไฟทั้งสองขบวนมามาชนกัน จับคู่ โบกี้รถไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตกราง ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรถไฟขบวนสีแดง	มองเห็นรูปทั่วไป กรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบโดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	
1.4 กรณีจำนวนเต็มลบบวกกับจำนวนเต็มบวก 1)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและสามารถนำโบกี้ของรถไฟทั้งสองขบวนมามาชนกัน จับคู่ โบกี้รถไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตกราง ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรถไฟขบวนสีแดง	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไป กรณีจำนวนเต็มลบบวกกับจำนวนเต็มบวกโดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวก ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและสามารถนำ โบกี้ของรถไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รถไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตาราง ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรถไฟขบวนสีน้ำเงิน	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มลบ บวกกับจำนวนเต็มบวก โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวก ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	
2.การลบจำนวนเต็ม			นักเรียนเชื่อมโยงมโนคติเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็ม ในทุกกรณีเช่น หาคำตอบของการลบจำนวนเต็ม ได้ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>2.1 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก</p> <p>1) ตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบ</p>	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นน้ำเงินและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้า ตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรถไฟขบวนที่สองเป็นสีแดงหลังจากนั้นนำรถไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน โบกี้ของรถไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รถไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตรงกันได้ ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรถไฟขบวนสีน้ำเงิน</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบบเป็นจำนวนเต็มบวกโดยที่ตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก</p>	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2) ตัวตั้งมีค่าน้อยกว่าตัวลบ	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นน้ำเงินและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรถไฟขบวนที่สองเป็นสีแดงหลังจากนั้นนำรถไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน โบกี้ของรถไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รถไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตรงกันได้ ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรถไฟขบวนสีน้ำเงิน</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวกตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวกโดยที่ตัวตั้งมีค่าน้อยกว่าตัวลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ</p>	
3) ตัวตั้งกับตัวลบบีค่าเท่ากัน	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นน้ำเงินและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงิน</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวกตัวลบเป็นจำนวน</p>	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
3) ตัวตั้งกับตัวลบมีค่าเท่ากัน	และเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรศไฟขบวนที่สองให้เป็นสีแดง หลังจากนั้นนำรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน โบกี้ของรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รศไฟที่มีสีต่างกันได้พอดี เกิดการหักล้างและตรงกันได้ ผลลัพธ์เป็นศูนย์	เต็มบวกโดยที่ตัวตั้งกับตัวลบมีค่าเท่ากันได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มศูนย์	
2.2 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง โดย สามารถทำการต่อ โบกี้รศไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีน้ำเงินและต่อ โบกี้รศไฟขบวนที่สองเป็นสีแดงและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรศไฟขบวนที่สองให้เป็นสีน้ำเงินหลังจากนั้นนำรศไฟทั้งสองขบวนมาต่อกันเป็นรศไฟขบวนเดียวกันที่เป็นสีน้ำเงิน	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	



ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2.3 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง โดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรถไฟขบวนที่สองเป็นสีแดงหลังจากนั้นนำรถไฟทั้งสองขบวนมาต่อกันเป็นรถไฟขบวนเดียวกันที่เป็นสีแดง	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนบวกได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	
2.4 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ 1)ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง โดย สามารถทำการต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำเงินและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถ	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบโดยที่ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้ง	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1)ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ	เปลี่ยนรศไฟขบวนที่สองให้เป็นสีน้ำเงินหลังจากนั้นนำรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน โบกี้ของรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รศไฟที่มีสีต่างกัน เกิดการหักล้างและตกราง ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของรศไฟขบวนที่หนึ่งสีแดง	มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	
2)ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดย สามารถทำการต่อโบกี้รศไฟขบวนที่หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้รศไฟขบวนที่สองเป็นสีน้ำแดงและเมื่อเห็นตัวดำเนินการลบอยู่หน้าตัวลบนักเรียนสามารถเปลี่ยนรศไฟขบวนที่สองให้เป็นสีน้ำเงินหลังจากนั้นนำรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน โบกี้ของรศไฟทั้งสองขบวนมาชนกัน จับคู่โบกี้รศไฟที่มีสี	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	ต่างกัน เกิดการหักล้าง และตาราง ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน โบกี้ที่เหลือของ รถไฟขบวนที่สองสีน้ำเงิน		
3) ตัวตั้งมีค่าเท่ากับตัวลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติ ตามคำสั่ง โดย สามารถทำ การต่อ โบกี้รถไฟขบวนที่ หนึ่งเป็นสีแดงและต่อ โบกี้ รถไฟขบวนที่สองเป็นสี แดงและเมื่อเห็นตัว ดำเนินการลบอยู่หน้าตัว ลบนักเรียนสามารถ เปลี่ยนรถไฟขบวนที่สอง ให้เป็นสีน้ำเงินหลัง จากนั้นนำรถไฟทั้งสอง ขบวนมาชนกัน โบกี้ของ รถไฟทั้งสองขบวนมาชน กัน จับคู่โบกี้รถไฟที่มีสี ต่างกันได้พอดี เกิดการ หักล้างและตาราง ได้ ผลลัพธ์เป็นศูนย์	นักเรียนสามารถ มองเห็นรูปทั่วไป ของการลบจำนวน เต็มกรณีตัวตั้งเป็น จำนวนเต็มลบ ตัว ลบเป็นจำนวนเต็ม ลบโดยที่ตัวตั้งกับ ตัวลบบมีค่าเท่ากัน ได้ผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มศูนย์	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

มโนมติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1.การบวกจำนวนเต็ม			นักเรียน เชื่อม โยงมโน มติเกี่ยวกับการ บวกจำนวนเต็ม ในทุกกรณีเช่น หาคำตอบของ การบวกจำนวน เต็ม ได้ถูกต้อง
1.1 กรณีจำนวนเต็มบวก บวกกับ จำนวนเต็มบวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตาม คำสั่ง สามารถทำการคลิก เมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและ สังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสี น้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสี น้ำเงินอีกเมื่อคลิกที่ปุ่มของ จำนวนที่สอง สามารถคลิก นำรูปวงกลมไปวางในช่อง สี่เหลี่ยม คลิกเลือกดำเนิน การ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอ ผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับเพิ่ม เนื่องจากเป็นวงกลมสีน้ำเงิน เหมือนกัน	นักเรียนสามารถ มองเห็นรูป ทั่วไปกรณี จำนวนเต็มบวก บวกกับจำนวน เต็มบวกได้ ผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1.2 กรณีจำนวนเต็มลบ บวกกับ จำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีแดงอีกเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับเพิ่มเนื่องจากเป็น วงกลมสีน้ำแดงเหมือนกัน	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มลบบวกกับจำนวนเต็มลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	
1.3 กรณีจำนวนเต็มบวก บวกกับ จำนวนเต็มลบ 1)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกที่ปุ่มของ	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบ โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของ	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	จำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือจากการจับคู่ ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกัน ได้คำตอบเป็นจำนวนสีน้ำเงิน	จำนวนเต็มบวกมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	
2)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นจำนวนสีแดง	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปกรณีจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบโดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1.4 กรณีจำนวนเต็มลบ บวกกับ จำนวนเต็มบวก 1)ค่าสัมบูรณ์ของ จำนวนเต็มลบมากกว่าค่า สัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม บวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตาม คำสั่ง สามารถทำการคลิก เมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและ สังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสี แดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสี น้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของ จำนวนที่สอง สามารถคลิก นำรูปวงกลมไปวางในช่อง สี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัว ดำเนินการ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับ รูปวงกลมที่เหลือ จากการ จับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็น จำนวนสีแดง	นักเรียนสามารถ มองเห็นรูป ทั่วไปกรณี จำนวนเต็มลบ บวกกับจำนวน เต็มบวก โดยที่ค่า สัมบูรณ์ของ จำนวนเต็มลบ มากกว่าค่า สัมบูรณ์ของ จำนวนเต็มบวก ได้ผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ	
2)ค่าสัมบูรณ์ของจำนวน เต็มลบน้อยกว่าค่า สัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม บวก	นักเรียนสามารถปฏิบัติตาม คำสั่ง สามารถทำการคลิก เมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและ สังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสี	นักเรียนสามารถ มองเห็นรูป ทั่วไปกรณี จำนวนเต็มลบ	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	<p>แดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิกนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการ คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นจำนวนรูปวงกลมสีน้ำเงิน</p>	<p>บวกกับจำนวนเต็มบวก โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบ น้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวก ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก</p>	
2.การลบจำนวนเต็ม			<p>นักเรียนเชื่อมโยงมโนคติเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มในทุกกรณีเช่นหาคำตอบของการลบจำนวนเต็มได้ถูกต้อง</p>

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>2.1 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก</p> <p>1) ตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบ</p>	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีแดง คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นจำนวนรูปวงกลมสีแดง</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็ม กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก</p>	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2) ตัวตั้งมีค่าน้อยกว่าตัวลบ	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่ง และสังเกตเห็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิกนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีแดง คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกรผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นจำนวนรูปวงกลมสีแดง</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็ม กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวกตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ตัวตั้งมีค่าน้อยกว่าตัวลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ</p>	
3) ตัวตั้งกับตัวลบมีค่าเท่ากัน	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลม</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็ม</p>	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	<p>สีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีแดง คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นศูนย์</p>	<p>กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ตัวตั้งกับตัวลบบมีค่าเท่ากัน ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มศูนย์</p>	
2.2 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีเมื่อคลิกที่ปุ่มแดงของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือก</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็ม กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวลบเป็นจำนวนลบได้ ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก</p>	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	<p>ตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินคลิกป้ายผลลัพธ์ บอกลผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับเพิ่มได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนรูปวงกลมสีน้ำเงิน</p>		
<p>2.3 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มบวก</p>	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีแดงคลิกป้ายผลลัพธ์ บอกลผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับเพิ่มได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนรูปวงกลมสีแดง</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบตัวลบเป็นจำนวนบวกได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ</p>	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>2.4 กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ</p> <p>1)ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ</p>	<p>นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิกรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินคลิกป้ายผลลัพธ์ บอกรผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นสีน้ำเงิน</p>	<p>นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็ม กรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งมากกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ</p>	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2)ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลมสีแดงเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิคนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินคลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่ง ได้คำตอบเป็นสีแดง	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของตัวตั้งน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวลบ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก	
3)ตัวตั้งมีค่าเท่ากับตัวลบ	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่ง สามารถทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตัวเลขและสังเกตเห็นเป็นรูปวงกลมสีน้ำเงินเมื่อคลิกจำนวนที่หนึ่งและสังเกตเห็นรูปวงกลม	นักเรียนสามารถมองเห็นรูปทั่วไปของการลบจำนวนเต็มกรณีตัวตั้งเป็นจำนวนเต็มลบ	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (ต่อ)

มโนคติ	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	<p>สีน้ำเงินเมื่อคลิกที่ปุ่มของจำนวนที่สอง สามารถคลิกนำรูปวงกลมไปวางในช่องสี่เหลี่ยม คลิกเลือกตัวดำเนินการลบสังเกตเห็นรูปวงกลมในแถวที่สองของช่องสี่เหลี่ยมเปลี่ยนเป็นสีแดง คลิกป้ายผลลัพธ์ บอกผลลัพธ์ที่ได้โดยการนับรูปวงกลมที่เหลือ จากการจับคู่ศูนย์รูปวงกลมสีที่ต่างกันซึ่งได้คำตอบเป็นศูนย์</p>	<p>ตัวลบเป็นจำนวนเต็มลบ โดยที่ตัวตั้งกับตัวลบมีค่าเท่ากัน ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มศูนย์</p>	