

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การอภิปรายในชั้นเรียน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาผลงานของนักเรียนควบคู่กับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยอ้างอิงจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม บันทึกการอภิปรายกลุ่มของนักเรียน บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน ผลงาน การนำเสนอผลงานของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนในแต่ละวงจร

**ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนตามแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจรแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัยให้นักเรียนแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เขียนแสดงเหตุผลในการแสดงที่มาของคำตอบ และให้เหตุผลในการคาดการณ์แนวโน้มที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์การประเมินดังตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับโดยอ้างอิงจากรอบการวัดความสามารถในการให้เหตุผลของ Mesalands Community College (2012) ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ ผ่านตัวแปร ทั้งยังสามารถใช้กราฟเชื่อมโยงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของเงื่อนไขต่างได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามนักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลในการอธิบายแสดงคำตอบผ่านกราฟที่นักเรียนสร้างขึ้นมาได้

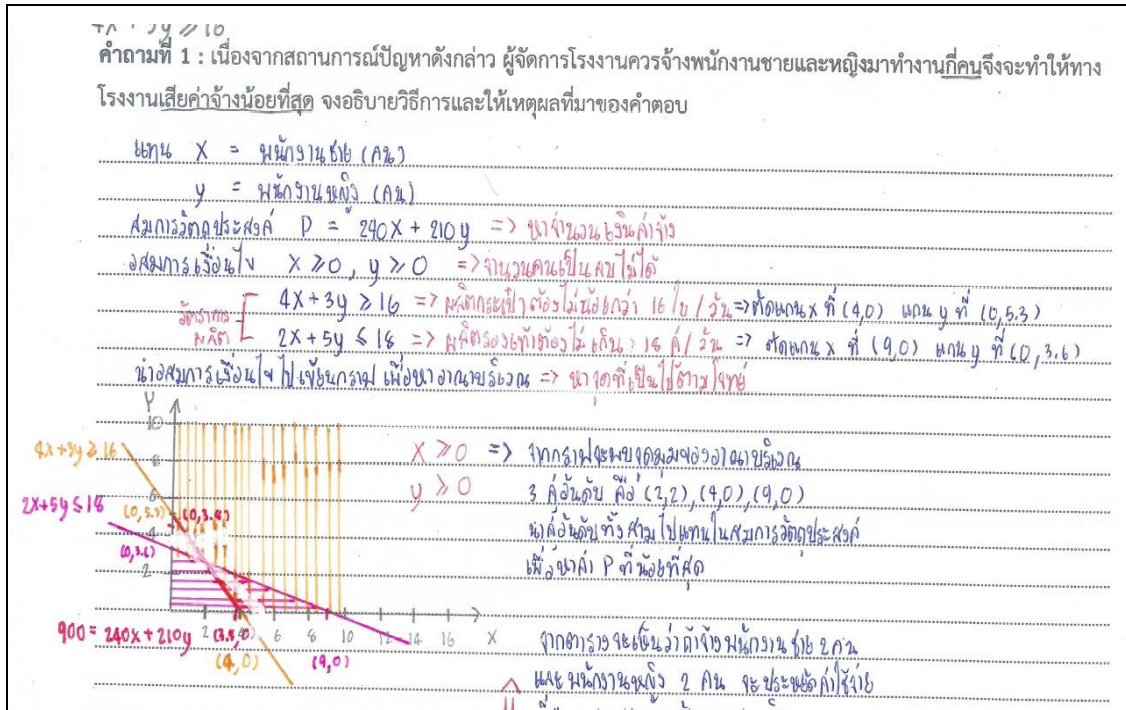
โดยสามารถจากการวิเคราะห์การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล สามารถสรุปผลการประเมินได้ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินระดับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน

ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	จำนวนและร้อยละของนักเรียนทั้งหมด				
	ทั้งหมด	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
ด้านที่ 1	13 (100)	9 (69.23)	3 (23.08)	1 (7.69)	0 (0)
ด้านที่ 2	13 (100)	2 (15.38)	6 (46.16)	4 (30.77)	1 (7.69)
ด้านที่ 3	13 (100)	1 (7.69)	7 (53.85)	3 (23.18)	2 (15.38)

จากตาราง 4.1 พบว่า ในด้านการสร้างหรือการวิเคราะห์เชิงตัวเลขหรือการแสดงแทนด้วยกราฟ (ด้านที่ 1) มีนักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 69.23 ของนักเรียนทั้งหมด สามารถอธิบายปัญหาความสัมพันธ์ของทรัพยากรและเงื่อนไขต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกันทั้งหมด และมีนักเรียนจำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 23.08 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมดซึ่งสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายได้แต่สอดคล้องกันในบางส่วน สำหรับในด้านการจัดให้อยู่ในรูปอย่างง่าย การประเมินค่า และการแก้สมการหรือหลักการ (ด้านที่ 2) มีนักเรียนจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 46.16 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดซึ่งสามารถให้เหตุผลประกอบในการจัดรูปหรือเขียนแสดงแทนปัญหาเงื่อนไข ความสัมพันธ์ต่างๆ ได้บางส่วน โดยสามารถเขียนแสดงแทนข้อมูลหลักได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 4 คนจากทั้งหมด 13 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ที่สามารถเขียนแสดงแทนปัญหาได้บางส่วนเช่นเดียวกัน แต่ไม่สามารถแสดงแทนข้อมูลหลักในสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน และสำหรับในด้านหลักการและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการทางคณิตศาสตร์ (ด้านที่ 3) มีนักเรียนจำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 53.85 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสามารถนำหลักการ ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายหรือการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง แต่สอดคล้องกันเพียงบางส่วน (ดูรายละเอียดผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลได้ในภาคผนวก ง หน้า 95)

จากตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนอธิบายเงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆในสถานการณ์ปัญหาได้ ทั้งยังสามารถอธิบายผ่านกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์เงื่อนไขต่างๆได้ถูกต้อง จากตัวอย่างผลงานของนักเรียน ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างผลงานนักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบและวาดกราฟแสดงแทนความสัมพันธ์เงื่อนไขต่างๆได้ถูกต้อง

ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้ว่า ร้านรับจ้างทำรถและเครื่องเงิน โดยจ้างพนักงานชายและหญิงวันละ 210 บาทและ 240 บาทตามลำดับ โดยที่พนักงานชายทำเครื่องเงินได้ 2 ชุดและทองเหลืองได้ 4 ชุด พนักงานหญิงทำเครื่องเงินได้ 5 ชุด และเครื่องทองเหลือง 3 ชุด สัปดาห์ต่อวัน ซึ่งหนึ่งวันจะต้องทำเครื่องทองเหลืองให้ได้ไม่น้อยกว่า 16 ชุด และเครื่องเงินในจำนวนที่ไม่เกิน 18 ชุด

และนอกจากนี้นักเรียนยังสามารถที่จะนำหลักการทางคณิตศาสตร์ใช้ในการอ้างอิงเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเอง โดยจากที่ผู้วิจัยได้ถามคำถามย้อนกลับให้นักเรียนตัดสินใจในการคาดการณ์แนวโน้มของคำตอบ จากตัวอย่างของนักเรียน ดังภาพที่ 4.2

คำถามที่ 3 : ตามสถานการณ์ในคำถามข้อที่ 2 หากผู้จัดการตัดสินใจที่จะปรับอัตราค่าจ้างพนักงาน โดยการเพิ่มจำนวนการจ้างพนักงานหญิงขึ้นอีก 3 คน นักเรียนคิดว่าผู้จัดการตัดสินใจถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ไม่ถูก เพราะถ้าหากจ้างพนักงานหญิงอีก 3 คน แล้ว  $19 = 4(2) + 3(5) = 25$   
 โดยพหุคูณ แต่กลับได้ค่าได้ 14 คือ 25  
 25 > 14

$x$ 1 คน ค่าจ้าง 14	$4(2) + 3(3) \leq 25$	$4(2) + 3(5) \leq 19$
	$16 + 9 \leq 25$	$8 + 15 \leq 19$
	$25 \leq 25$	$23 \leq 19$
	กร-เข้า	รอ-ออก

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่สามารถนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

## ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนในแต่ละวงจร

จากการที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามกรอบแนวคิดของ Kemmis & McTaggart แบ่งเป็น 4 วงจรตามเนื้อหาทฤษฎีการวิจัย เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ได้แก่

วงจรที่ 1 เรื่อง บทนำกำหนดการเชิงเส้น

วงจรที่ 2 เรื่อง กราฟของอสมการเชิงเส้นและระบบอสมการเชิงเส้น

วงจรที่ 3 เรื่อง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

วงจรที่ 4 เรื่อง การหาคำตอบด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้น

ซึ่งในแต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนวางแผน (Plan) ขั้นตอนปฏิบัติตามแผน (Act) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect) ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ในแต่ละวงจรถัดนี้

### วงจรที่ 1 เรื่อง บทนำกำหนดการเชิงเส้น

#### ขั้นตอนวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกำหนดเป้าหมายของการจัดกิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตาราง 4.2

#### ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 1 เรื่อง บทนำกำหนดการเชิงเส้น ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การตั้งคำถาม และการตอบคำถาม ระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยทำการบันทึกข้อมูลในการสังเกตลงแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม (ดูตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมในภาคผนวก จ หน้า 97) และบันทึกข้อมูลจากการนำเสนอ ผลงานของนักเรียน ในแบบบันทึกหลังการสอน (ดูตัวอย่างแบบบันทึกหลังการสอนในภาคผนวก ฉ หน้า 100) ในแต่ละคาบผู้วิจัยจะให้นักเรียนเขียน บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อเสนอแนะ แนวทางที่ต้องการให้ผู้วิจัยเพิ่มเติมหรือปรับปรุง ตามแบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ (ดูตัวอย่างแบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ในภาคผนวก ช หน้า 104) ภายหลังจากการเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละคาบ ผู้วิจัยจะเขียนบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย และทำการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจาก

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บทนำกำหนดการเชิงเส้น

วัตถุประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	การเก็บรวบรวมข้อมูล
<p><b>คาบที่ 1-2</b></p> <p>ในบทนำนี้ต้องการให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์จริงที่สามารถนำความรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นใช้ในการแก้ไขปัญหาผ่านการอธิบายความเกี่ยวข้องระหว่างสถานการณ์ในวีดิทัศน์กับตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนโดยอ้างอิงความรู้หรือหลักการทางคณิตศาสตร์หรือใช้ประสบการณ์ส่วนตัวของนักเรียนเพื่อต้องการให้นักเรียน</p> <p>1. รู้และเข้าใจที่มาและการใช้ความรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นในชีวิตจริง</p> <p>2. สามารถอธิบายการใช้กำหนดการเชิงเส้นในสถานการณ์ปัญหาได้</p> <p>3. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้สอนจัดโต๊ะอยู่ตรงกลาง โดยให้โต๊ะนักเรียนเรียงที่นั่งต่อเป็นรูปตัว U เพื่อพูดคุยโต้ตอบกันในชั้นเรียนกับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องราวในชีวิตประจำวัน</li> <li>2. ผู้สอนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวที่พูดคุยกัน เช่น นักเรียนต้องออมเงินวันละเท่าไรถึงจะพอที่จะซื้อของที่ต้องการ และต้องออมเงินเป็นเวลากี่วัน เป็นต้น</li> <li>3. ผู้สอนให้นักเรียนรับชมวีดิทัศน์ เรื่อง ต้นกำเนิดของความรู้เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น</li> <li>4. ผู้สอนพูดคุยร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับที่มาของความรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น และการประยุกต์ใช้ความรู้</li> <li>5. ผู้สอนสุ่มแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้นักเรียนร่วมกันพูดคุยเพื่อยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนที่จะสามารถนำความรู้เรื่องของกำหนดการเชิงเส้นไปช่วยในการแก้ปัญหาได้</li> <li>6. ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าส่วนใดของปัญหาที่จะสามารถนำความรู้เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นไปใช้ได้ และนำไปใช้อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นคาดว่าจะเป็นอย่างไร โดยเขียนลงในกระดาษรูปที่แจกให้</li> <li>7. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของตนเอง</li> <li>8. ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันวิพากษ์เพื่อเลือกสถานการณ์ตัวอย่างมา 1 สถานการณ์ที่เห็นว่ามีความเหมาะสมที่สุด</li> <li>9. ผู้สอนเพิ่มเติมองค์ประกอบสำคัญที่นักเรียนขาดตกบกพร่องในการวิพากษ์ และสรุปหลักการของความรู้เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างในการทำกิจกรรม</li> <li>2. การบันทึกการสนทนา</li> <li>3. การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน</li> <li>4. การทำงานที่ได้รับมอบหมาย</li> <li>5. ผลงานจากการทำกิจกรรมกลุ่ม</li> </ol>

ผลงานของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยปรับให้สอดคล้องตาม ลักษณะและรูปแบบของผลงานของนักเรียน ตามตาราง 3.2 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากกรอบการ ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของ Mesalands Community College (2012) และ สุดท้าย ผู้วิจัยจะนำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม บันทึกหลังการสอน แบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของ นักเรียน ร่วมกับผลงานของนักเรียนประกอบกันเพื่อสรุประดับความสามารถในการให้เหตุผลของ นักเรียนเป็นรายบุคคลภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนในวงจรนี้

### ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การ ถามคำถาม การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของ นักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ผลงาน และการนำเสนอผลงานของนักเรียน ได้ผลดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ภายหลังจากการรับชมวิดีโอแล้วผู้วิจัยได้ทำ การแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมี 2 กลุ่มที่มีสมาชิก 4 คนและกลุ่มสุดท้ายมีสมาชิก 5 คน ให้ นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อหาตัวอย่างสถานการณ์ใดในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่มีความ เกี่ยวข้องกับกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้แนวทางจากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในวิดีโอ เพื่อให้ นักเรียน ร่วมกันเลือกสถานการณ์ที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด เพื่อจะนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนช่วงท้ายคาบ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่าระหว่างการอภิปรายในกลุ่มนักเรียนจะยกตัวอย่างสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันของตนเองขึ้นมา ซึ่งเมื่อมีนักเรียนคนที่ 1 ยกตัวอย่างสถานการณ์ของตนเองขึ้นมาแล้ว นักเรียนคนที่ 2 มีความคิดเห็นในเชิงสนับสนุน จึงทำให้นักเรียนคนที่ 3 เมื่อไม่มีความเห็นหรือเห็น ด้วยเช่นกัน จะทำให้นักเรียนคนที่ 4 และ 5 ไม่มีบทบาทในการร่วมแสดงความคิดเห็น เพราะเมื่อมี นักเรียน 3 คนที่เห็นร่วมกันแล้วก็ไม่จำเป็นต้องโหวตเสียงที่เหลือ หรือแม้กระทั่งคนที่ 2 จะแย้งใน ความคิดเห็นของคนอื่นที่ 1 แต่ก็ไม่ยากที่นักเรียนอีก 2-3 คนที่เหลือจะเห็นด้วยกับคนที่ 1 หรือคนที่ 2 ซึ่ง ก็จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นไม่แตกต่างกัน และต่อจากนั้นการอภิปรายในการลงรายละเอียดว่า สถานการณ์ที่ยกตัวอย่างนั้นมีความเกี่ยวข้องอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกับสถานการณ์ปัญหาใน วิดีโออย่างไร ก็จะเป็นนักเรียนเพียง 3 คนข้างต้นนั้นที่จะแสดงความคิดเห็นเป็นหลัก ทำให้มีนักเรียน 1-2 คนที่จะไม่ค่อยมีบทบาทในการแสดงความคิดเห็น ซึ่งหากรวมในชั้นเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ก็พบว่าในชั้น เรียนมีนักเรียน 3-4 คนที่ไม่มีส่วนร่วมในการอภิปราย

การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน สืบเนื่องจากที่ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มย่อย ออกเป็น 3 กลุ่มแล้วให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายร่วมกัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกลุ่มให้มี จำนวนกลุ่มเพียง 3 กลุ่มตามทางทฤษฎีแล้วจะทำให้ได้สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกันที่จะสามารถ



นำมาเปรียบเทียบกันได้สูงสุด 3 สถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยมองว่ามีความพอดีและเมื่อร่วมกันอภิปราย 3 กลุ่มก็จะทำให้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนจะใช้เวลาไม่ยืดเยื้อจนเกินไป ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะดังกล่าวพบว่า สถานการณ์ตัวอย่างที่ยกมานำเสนอนั้น ไม่มีความหลากหลาย มี 2 กลุ่มที่ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาลักษณะเดียวกัน จึงทำให้ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนจะมีเพียง 2 สถานการณ์ปัญหาตัวอย่างเท่านั้นที่สามารถนำมาเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อย ซึ่งถือได้ว่ามีจำนวนน้อยเกินไป และสถานการณ์ดังกล่าวก็สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับสถานการณ์ตามวิธีทัศน์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่าง ดังนั้นจึงทำให้ข้อมูลเริ่มต้นหรือมูลเหตุที่จะนำมาใช้การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนนั้นมีค่อนข้างน้อยและไม่สามารถนำไปสู่ประเด็นที่จะนำมาวิพากษ์ในการอภิปรายในชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมาก และยังไปกว่านั้นพบว่าการอภิปรายระหว่างการแลกเปลี่ยนความคิดและข้อคิดเห็นระหว่างกลุ่มนั้นไม่มีความหลากหลาย เพราะมีกลุ่มย่อย 2 กลุ่มที่สถานการณ์ปัญหาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงมีเหตุผลหรือที่มาในทิศทางเดียวกันซึ่งทำให้ข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของอีก 1 กลุ่มที่เหลือเมื่อเป็นประเด็นที่ถกโต้แย้งขึ้นมาแล้วก็จะถูกมองหรือตอบกลับให้มีลักษณะในเชิงที่ไม่มีน้ำหนัก ไม่มีเหตุผลมากเพียงพอ เพราะจะถูกนักเรียนที่เหลืออีกมากกว่าครึ่งห้องโต้แย้งกลับมามา ดังนั้นจึงส่งผลให้ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนนี้จึงใช้ระยะเวลาสั้น และนักเรียนไม่ได้แสดงข้อคิดเห็นใหม่ๆที่นอกเหนือจากในการอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อจะนำมาใช้ในการอภิปรายโต้แย้งมากนัก

และจากการอ่านบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียนพบว่า ส่วนใหญ่ชอบที่ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน เพราะมีโอกาสได้แสดงความคิดของตนเอง ทำให้สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการอภิปราย ส่งผลให้ไม่เข้าใจประเด็นที่กำลังพูดคุยกันในชั้นเรียน ตามประเด็นที่กำลังวิพากษ์กันในชั้นเรียนไม่ทัน จนทำให้ไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น และไม่กล้าออกไปนำเสนอหน้าชั้น มองว่าคำถามและเนื้อหาหายากเกินไป

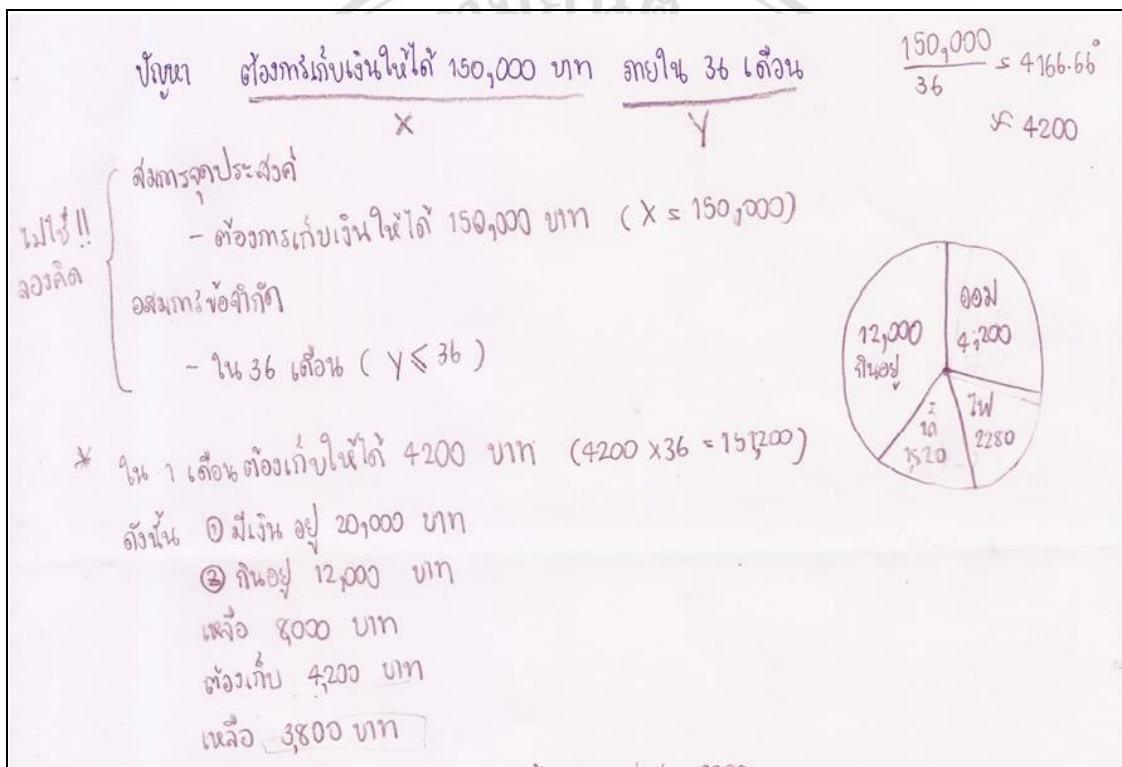
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ คือ นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันพร้อมทั้งอธิบายองค์ประกอบ เงื่อนไข ข้อจำกัดต่างๆของสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่ยกขึ้นมา แต่นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลในการอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา รวมถึงอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายใต้เงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างนั้นได้ ดังนั้นจึงรวมถึงการแสดงแนวคิดในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา นักเรียนก็ไม่สามารถที่จะอธิบายได้

โดยผู้วิจัยจากตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้ออกมานำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขใหม่ ให้กำหนดไว้ว่า ครอบครัวหนึ่งใน 1 เดือนมีรายได้ 20,000 บาท ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสำหรับค่ากินอยู่ภายในบ้านเป็นเงิน 12,000 บาท/เดือน ซึ่งไม่รวมค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายหน่วยละ 15 บาท



และค่าน้ำหน่วยละ 10 บาท หากครอบครัวนี้ต้องการเก็บเงินให้ได้ 150,000 บาทในระยะเวลา 3 ปี จะต้องทำอย่างไร

ซึ่งจากตัวอย่างของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแม้จะเห็นว่านักเรียนพยายามนำตัวแปรมาแทนค่าเพื่อช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา แยกประเด็นในการหาคำตอบ แต่นักเรียนสุดท้ายนักเรียนก็ยังกำหนดค่าเป็นตัวเลข เพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในสถานการณ์ปัญหา แล้วทำการอธิบายการวิเคราะห์ผ่านการเปรียบเทียบเชิงตัวเลขเป็นหลัก และทั้งยังไม่สามารถเปรียบเทียบการขึ้นลงของตัวแปรได้ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

ในการทำงานเดียวกันกับนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายแสดงวิธีในการหาคำตอบได้ โดยการกำหนดค่าตัวเลขเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ขึ้นมาเพื่อแสดงความสัมพันธ์ และให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายขั้นตอนในการแก้ไขไปให้เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบที่ชัดเจนได้ ดังภาพที่ 4.4

กินอยู่, อาหาร	12,000	คิดเป็น	60%
ค่าไฟ	≤ 98	หน่วย หน่วยละ 15บาท.	คิดเป็นเงิน ≤ 1470 บาท คิดเป็น ≤ 7.35%
ค่าน้ำ	≤ 40	หน่วย หน่วยละ: 10บาท	คิดเป็นเงิน ≤ 400 บาท คิดเป็น ≤ 2%
รวมเงิน.	$12000 + 1470 + 400 = \leq 13870$		
เหลือ.	$20,000 - 13870 \geq 6130$		
เงินเก็บ.	6130	บาท	คิดเป็น 30.65%

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์ปัญหา แต่สามารถแสดงขั้นตอนหาคำตอบได้เพียงบางส่วน

### ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การถาม คำถาม การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ผลงาน และการนำเสนอผลงานของนักเรียน มีประเด็นที่จะสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่มย่อย นั้น การแบ่งกลุ่มให้มีจำนวนสมาชิก 4-5 คนนั้น เป็นจำนวนที่มากเกินไป ควรจะมีการปรับลดจำนวนสมาชิกในกลุ่มให้เหลือเพียง 2-3 คน เพื่อที่สมาชิกทุกคนจะได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้ทุกคน และยิ่งไปกว่านั้นในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบนั้น ภายหลังจากการที่อภิปรายกลุ่มย่อยแล้วควรจะมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อจะได้เป็นการฝึกฝนการวิพากษ์ร่วมกันบนพื้นฐานของเหตุผลที่ผ่านการวิเคราะห์มาแล้วในระดับหนึ่ง กล่าวคือในกลุ่มย่อยเป็นเพียงการเริ่มต้นการอภิปรายเพื่อต้องการให้ได้ข้อคิดเห็นที่ได้มาจากการอภิปราย เป็นข้อคิดเห็นที่มีน้ำหนัก มีเหตุผล มีที่มาที่ไป ซึ่งจะ ทำให้เมื่อมีการวิพากษ์ในข้อคิดเห็นนี้จะมีการนำเหตุผลในการอธิบายข้อคิดเห็นมาประกอบการวิพากษ์ และนักเรียนจะได้ฝึกฝนการวิพากษ์ด้วยเหตุและผล ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิธีการในการนำเสนอประสบการณ์ส่วนตัวเข้ามาเสริมในการอภิปรายด้วย

ซึ่งสอดคล้องกับการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้มองว่าในการแบ่งกลุ่มในการที่จะนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนนั้น ควรจะเพิ่มจำนวนกลุ่มให้มีจำนวนมากขึ้น เพื่อเพิ่ม โอกาสความเป็นไปได้ที่ข้อคิดเห็นหรือตัวอย่างของแต่ละกลุ่มจะยกมานำเสนอนั้นมีความ

แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อจะได้มีหัวข้อหรือแนวทางที่จะอภิปรายร่วมกันกว้างมากยิ่งขึ้น มีประเด็นที่สามารถนำมาอภิปรายร่วมกันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่ผู้วิจัยต้องการจะลดจำนวนสมาชิกกลุ่มย่อยให้น้อยลงด้วย

สำหรับในด้านความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงให้เหตุผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนมักจะใช้การอธิบายลักษณะของข้อมูลมากกว่าการอธิบายด้วยความเข้าใจของตัวเอง ทั้งนี้ผู้วิจัยมองว่าอาจเนื่องมาจากการรับชมวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเนื้อหาตามวิดีโอที่ได้ชมไป จึงอาจเป็นการกรอบแนวความคิดของนักเรียนได้ ซึ่งนักเรียนจะกังวลว่าสถานการณ์ปัญหาที่ตนได้คิดขึ้นมาั้นสอดคล้องอย่างไรกับวิดีโอดังกล่าว ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นออกมาเท่าที่ควร ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อนักเรียนร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างของแต่ละกลุ่มออกมาแล้วพบว่าสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างของแต่ละกลุ่มนั้นค่อนข้างที่จะเหมือนกัน ซึ่งนำไปสู่การวิพากษ์กันในชั้นเรียน จึงมีประเด็นที่เปรียบเทียบกันน้อย ดังนั้นจึงส่งผลให้นักเรียนแสดงเหตุผลหรืออธิบายสถานการณ์ปัญหาของกลุ่มตัวเองไปในทิศทางเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลต่อการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนจึงไม่มีความแตกต่างกัน ทำให้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนใช้ระยะเวลาสั้น เพราะมีประเด็นที่ให้ถกเถียงกันไม่มาก

ดังนั้นในการปรับปรุงในวงจรถัดไป ผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

- 1) ปรับเพิ่มจำนวนกลุ่มย่อยให้มีจำนวนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้แนวความคิดที่หลากหลายมากขึ้นในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน
- 2) ปรับลดจำนวนสมาชิกกลุ่มให้เหลือจำนวน 2-3 คน ซึ่งส่งผลให้เป็นการเพิ่มจำนวนกลุ่มย่อยให้มีจำนวนมากยิ่งขึ้นด้วย สอดคล้องกับแนวทางข้อที่ 1
- 3) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพิ่มระยะเวลาในการอภิปรายกลุ่มย่อยให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ได้มานั้น
- 4) ในระหว่างการอภิปรายของนักเรียน ต้องคอยสังเกต และถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเพิ่มเติมว่านักเรียนมีข้อสงสัย หรือตามประเด็นไหนไม่ทันบ้าง

## วจนรที่ 2 เรือง กราฟของอสมการเชิงเส้นและระบบอสมการเชิงเส้น

### ขันตอนวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำแนวทางการปรับปรุงจากวจนรที่ 1 มาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งปรับเปลี่ยนรูปแบบในการจับกลุ่ม การเพิ่มเติมคำถามที่เตรียมไว้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ทั้งนี้ยังคงเป้าหมายของการจัดกิจกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังเดิมไว้ ดังตาราง 4.3

### ขันปฏิบัติตามแผน (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วจนรที่ 2 เรือง กราฟของอสมการเชิงเส้นและระบบอสมการเชิงเส้น ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การแสดงความคิดเห็น และการแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มในขันเรียน และการอภิปรายร่วมกันในขันเรียน โดยทำการบันทึกข้อมูลในการสังเกตลงแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม และบันทึกข้อมูลจากการนำเสนอ ผลงานของนักเรียน ในแบบบันทึกหลังการสอน โดยในคาบนี้ผู้วิจัยจะให้ให้นักเรียนทำการบันทึกการอภิปรายกลุ่มร่วมด้วย โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ประเด็นที่เพื่อนในกลุ่ม ได้นำเสนอขึ้นมาหรือได้ทำการโต้แย้งกัน ระหว่างการทำกิจกรรม 2.1 (คูตัวอย่างแบบบันทึกการอภิปรายกลุ่มในภาคผนวก ซ หน้า 106) โดยในแต่ละคาบผู้วิจัยจะให้ให้นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อเสนอแนะ แนวทางที่ต้องการให้ผู้วิจัยเพิ่มเติมหรือปรับปรุง ตามแบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และภายหลังจากการเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ผู้วิจัยจะเขียนบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย และทำการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจากผลงานของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยปรับให้สอดคล้องตามลักษณะและรูปแบบของผลงานของนักเรียน ตามตาราง 3.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากกรอบการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของ Mesalands Community College (2012) และสุดท้ายผู้วิจัยจะนำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม แบบบันทึกการอภิปรายกลุ่ม บันทึกหลังการสอน แบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน ร่วมกับผลงานในใบกิจกรรม 2.1 (คูตัวอย่างใบกิจกรรม 2.1 ในภาคผนวก ฉ หน้า 109) ของนักเรียนประกอบกันเพื่อสรุประดับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นรายบุคคลภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนในวจนรนี้

ตารางที่ 4.3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของอสมการเชิงเส้น และระบบอสมการเชิงเส้น

วัตถุประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	การเก็บรวบรวมข้อมูล
<p><b>คาบที่ 3-4</b></p> <p>ในเรื่องของกราฟของอสมการเชิงเส้นและกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นนี้ เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะต้องวาดกราฟของสมการ หรืออสมการ ที่เป็นเงื่อนไขต่างๆ ลงบนระนาบ xy ทั้งนี้ เพื่อต้องการให้นักเรียน</p> <p>1. รู้และเข้าใจความหมายเกี่ยวกับ “จุดบนกราฟ” “อาณาบริเวณ” และ “จุดทดสอบ” ของกราฟอสมการและระบบอสมการเชิงเส้น</p> <p>2. สามารถวาดกราฟแรเงาแสดงพื้นที่ที่เป็นคำตอบของกราฟของสมการ อสมการ และระบบอสมการเชิงเส้นได้</p> <p>3. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>1. ผู้สอนทักทายนักเรียน พูดคุยทบทวนสิ่งที่เรียนมา</p> <p>2. ผู้สอนซักถามและทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่องสมการ อสมการ กราฟของอสมการ และกราฟของระบบอสมการ</p> <p>3. ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามกับนักเรียนถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่าง “จุดบนกราฟ” “อาณาบริเวณ” และ “จุดทดสอบ”</p> <p>4. ผู้สอนให้นักเรียนจับคู่ 2-3 คน ร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 2.1</p> <p>5. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนคำจำกัดความหรือข้อสังเกตของ “จุดบนกราฟ” “อาณาบริเวณ” และ “จุดทดสอบ”</p> <p>6. ผู้สอนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำจำกัดความของ “จุดบนกราฟ” “อาณาบริเวณ” และ “จุดทดสอบ” ที่ได้แต่ละ โดยผู้สอนก็เขียนนิยามความหมายของแต่ละกลุ่มบนกระดาน</p> <p>7. หลังจากที่นักเรียนนำเสนอเสร็จสิ้นทั้งหมด ผู้สอนทบทวนคำจำกัดความของแต่ละกลุ่มที่นำมา โดยนำประเด็นจุดที่บกพร่องของคำจำกัดความแต่ละกลุ่ม</p> <p>8. ผู้สอนให้นักเรียนทุกคนร่วมกันวิพากษ์เปรียบเทียบคำจำกัดความของแต่ละกลุ่ม เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า “จุดบนกราฟ” “อาณาบริเวณ” และ “จุดทดสอบ” คืออะไร? มีความสำคัญอย่างไร?</p>	<p>1. การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างในการทำกิจกรรม</p> <p>2. การบันทึกการสอน</p> <p>3. การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน</p> <p>4. ใบกิจกรรม 2.1 ที่ได้มอบหมายให้นักเรียน</p>

## ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การบันทึกการอภิปรายกลุ่มของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรม 2.1 และการนำเสนอผลงานของนักเรียน ได้ผลดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในประเด็นการอภิปรายกลุ่มย่อยนี้ผู้วิจัยปรับปรุงจากเดิมที่มีสมาชิก 4-5 คนต่อกลุ่ม ให้เหลือเพียง 3-4 คนต่อกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมด้วยตนเอง การแบ่งให้มีจำนวนกลุ่มมากขึ้น โดยให้มีสมาชิกกลุ่ม 2-3 คนอย่างที่ได้วางแผนไว้ นั้นจะทำให้กลุ่มที่มีนักเรียน 2 คนทำกิจกรรมร่วมกันช้า เนื่องจากต้องมี 1 คนที่คอยบันทึกการอภิปราย นั่นหมายถึงจะเหลือนักเรียนเพียง 1 คนที่เป็นแกนหลักในการคิด อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มให้มีสมาชิก 3-4 คนต่อกลุ่ม พบว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในกลุ่มที่มีสมาชิก 3 คน จะมี 1 คนทำหน้าที่บันทึก และนักเรียนที่เหลือจะพูดคุยหาประเด็นข้อสรุปร่วมกัน เมื่อไม่ได้ข้อสรุปก็จะให้นักเรียนอีก 1 คนที่บันทึกตัดสินใจว่าจะได้คำตอบไปในทิศทางไหน ซึ่งนักเรียนที่เป็นคนเขียนบันทึกก็จะมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ยิ่งไปกว่านั้นหาก 2 คนนั้นมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ก็จะไม่มีการถามความเห็นของนักเรียนที่บันทึก แต่เนื่องจากเป็นผู้บันทึกก็จะเป็นการติดตามการพูดคุยของทั้ง 2 คนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อมีนักเรียนมีแนวความคิดที่ต้องการนำเสนอ ก็จะสามารถทำได้ และก็จะทำให้ทั้ง 3 คนนี้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน อย่างไรก็ตามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 2 กลุ่มที่มีจำนวน 4 คน ซึ่งในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนก็จะให้ 1 คนทำหน้าที่บันทึก และอีก 3 คนช่วยกันระดมความคิดเห็น ซึ่งในกรณีนี้พบว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพราะนักเรียนที่บันทึกนอกเหนือที่จะสามารถติดตามการอภิปรายว่าไปถึงขั้นไหนแล้ว สามารถที่จะสลับเปลี่ยนให้นักเรียน 1 ใน 3 คนมาช่วยในการบันทึกต่อไปได้ เนื่องจากจะได้แสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างเต็มที่ และไม่เป็นการทำให้ 1 คนนั้นไม่มีส่วนร่วมในการอภิปราย เพราะต้องมีอีก 1 คนที่บันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม 2.1 นอกเหนือจากที่ต้องมีการบันทึกลงในแบบบันทึกการอภิปรายกลุ่ม นอกเหนือจากนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าเริ่มต้นนักเรียนมีการผลัดเปลี่ยนการบันทึกเป็นรายคน กล่าวคือเมื่อคนที่นำเสนอความคิดเห็นพูดจบก็จะเขียนบันทึกของตนเอง แต่พบว่าเมื่อผ่านไปไม่นานก็ปรับให้เป็น 1 คนคอยบันทึกตลอดแทน เพราะง่ายและสะดวกมากกว่า

ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ภายหลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปซึ่งเป็นนิยามหรือคำจำกัดความหรือข้อความแทนจุดบนกราฟ จุดทดสอบ และ

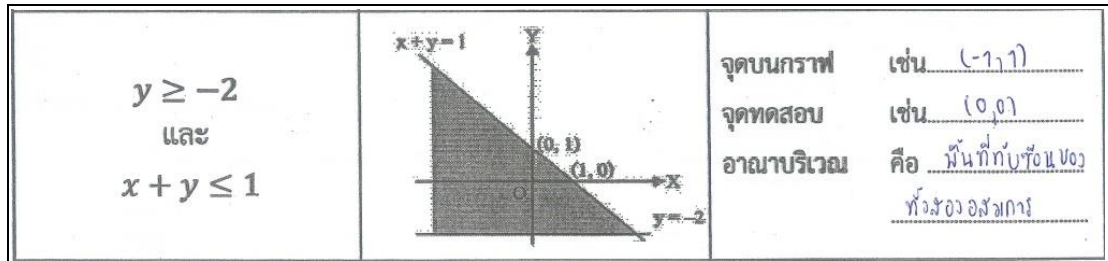
อาณานิคม โดยการศึกษาใบกิจกรรมที่ 2.1 เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยก็จะให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการอภิปรายของกลุ่มของตนเอง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อความของแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน ผู้วิจัยจึงเลือกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอที่กลุ่ม โดยผู้วิจัยจะวาดตารางแบ่งเป็นช่องๆให้นักเรียนออกมาเติมในส่วนของคำนิยามของกลุ่มของตนเอง เพื่อเมื่อทุกกลุ่มออกมาเสนอเสร็จสิ้นแล้วจะเห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างกันของแต่ละคำนิยามหรือคำจำกัดความหรือข้อความของแต่ละกลุ่มที่เขียนแสดงขึ้นมา ซึ่งพบว่าในกลุ่มแรกที่ออกมาเสนอนักเรียนเริ่มมีการวิพากษ์ว่าไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำหน้าที่เพียงรับฟังการนำเสนอ ไม่ให้มีการโต้แย้งเกิดขึ้น เพื่อจะได้้นำประเด็นที่นักเรียนต้องการจะพูดออกมานั้นไปสรุปในตอนท้ายคาบเรียน ซึ่งเมื่อผู้วิจัยบอกกล่าวแล้วนักเรียนก็ไม่พูดและไม่วิพากษ์วิจารณ์ แต่นักเรียนที่รับฟังอยู่ซึ่งรอนำเสนอเป็นกลุ่มถัดไป เมื่อเห็นจุดบกพร่องของกลุ่มที่กำลังนำเสนอ ก็ไปปรับปรุงนิยามหรือคำจำกัดความหรือข้อความของกลุ่มของตนเองให้ดีขึ้นก่อนที่จะออกมาเสนอต่อไป จึงทำให้กลุ่มที่ 2-3 ที่ขึ้นมาเสนอ และกลุ่มช่วงหลังที่มานำเสนอจะมีทิศทางคำตอบไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือนิยามหรือคำจำกัดความหรือข้อความที่ออกมาเสนอมีความคล้ายคลึงกันค่อนข้างมาก และยังไม่ครอบคลุม ซึ่งส่งผลต่อการอภิปรายสรุปในช่วงท้ายที่จะมีประเด็นในการอภิปรายค่อนข้างจำกัด เนื่องจากผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันมากนัก และเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อถึงที่มาของคำจำกัดความหรือนิยามที่ได้มา นักเรียนก็จะตอบไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้ช่วงท้ายของการอภิปรายในชั้นเรียนในคาบเรียนนี้มีตัวอย่างที่ใช้ประกอบการอภิปรายค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อต้อนแนวความคิดของนักเรียนให้เห็นถึงความไม่ครอบคลุมของนิยามที่นักเรียนให้มา และให้นักเรียนร่วมกันคาดเดานิยามที่ถูกต้อง จึงทำให้การอภิปรายส่วนใหญ่ไม่เป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน กลายเป็นการอภิปรายแลกเปลี่ยนระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนมากกว่า

และจากการอ่านบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนบางส่วนชอบที่นำประเด็นที่ผิดพลาดมาพูดคุยร่วมกัน ทำให้ได้เรียนรู้มากยิ่งขึ้น นักเรียนบางส่วนแสดงความคิดเห็นว่าการให้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองแบบนี้ทำให้เข้าใจมากขึ้น แต่มีบางส่วนที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าคำตอบสุดท้ายเป็นอย่างไร สุดท้ายแล้วนิยามที่ถูกต้องคืออะไร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านกรให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับพอใช้ คือ นักเรียนสามารถที่จะอธิบายทิศทางของกราฟ บอกแนวโน้มทิศทางของกราฟได้ สามารถอธิบายความหมายของอาณานิคมตามความเข้าใจของนักเรียนได้ ถูกต้องในบางส่วน แต่นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้ว่าขอบเขต หรือข้อจำกัด ที่เป็นเงื่อนไขในเชิงคณิตศาสตร์ได้ว่าเป็นอย่างไร

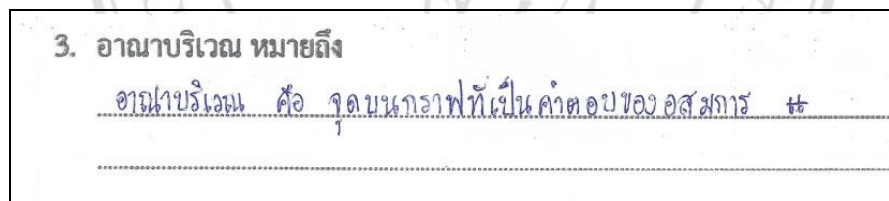


ซึ่งจากตัวอย่างผลงานของนักเรียน จะเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายถึงทิศทางของอาณาบริเวณของกราฟ ขอบเขตของอาณาบริเวณที่แรเงาได้ว่าเกิดจากการซ้อนทับกันของอสมการ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดข้อจำกัดในเชิงคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างผลงานนักเรียนสามารถอธิบายขอบเขตของอาณาบริเวณได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถระบุข้อจำกัดในเชิงคณิตศาสตร์ได้

ในการทำงานเดียวกันกับผลงานของนักเรียนที่ให้ความหมายของอาณาบริเวณได้ถูกต้องบางส่วน นักเรียนยังไม่สามารถเขียนให้ถูกต้องชัดเจนได้ ซึ่งอาณาบริเวณเป็นจุดบนกราฟทุกจุดที่เป็นคำตอบ ซึ่งเรียงต่อกันจนกลายเป็นพื้นที่บนกราฟที่เป็นคำตอบ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ให้ความหมายของอาณาบริเวณไว้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน

### ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การร่วมกันแสดงความคิดเห็นของนักเรียน บันทึกการอภิปรายกลุ่มของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ใบบัณฑิต 2.1 ผลงาน และการนำเสนอผลงานของนักเรียน มีประเด็นที่จะสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้นักเรียน ได้อภิปรายกลุ่มย่อยนั้น การแบ่งกลุ่มให้มีจำนวนสมาชิก 2-3 คน เพื่อที่สมาชิกทุกคนจะได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้ทุกคนนั้นสามารถทำได้ แต่สมาชิกจำนวน 2 คนมีจำนวนน้อยเกินไปสำหรับการศึกษาไปงานด้วยตนเอง ร่วมกับการบันทึกการอภิปรายกลุ่มด้วย ซึ่งหากมีสมาชิกเพียง 2 คนจะส่งผลให้นักเรียนทั้ง 2

คนต้องทำทั้งระดมความคิดและเขียนคำตอบลงในใบงานที่ให้ ซึ่งควรจะมีสมาชิกเพิ่มอีกอย่างน้อย 1 คนที่เป็นแกนหลักในการลำดับการอภิปราย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าในการอภิปรายกลุ่มย่อยนั้นควรจะมีนักเรียนอย่างน้อย 1 คนที่เป็นแกนนำหลักในการอภิปราย นอกเหนือจากนี้สำหรับจำนวนสมาชิกในกลุ่มหากมีจำนวนมากเกินไป นอกเหนือจากการปรับลดจำนวนสมาชิกกลุ่มแล้ว สามารถแก้ไขได้โดยการใช้แบบบันทึกในการอภิปรายกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ทำการบันทึกลำดับการอภิปรายว่าสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแนวคิดอะไรบ้าง เป็นการให้นักเรียนได้ติดตามการอภิปรายว่ามีลำดับเป็นอย่างไร มีประเด็นสำคัญอะไรบ้างได้ ซึ่งเมื่อนักเรียนที่บันทึกต้องการจะเสนอแนะความคิดเห็นก็สามารถทำได้ โดยการสลับให้อีกคนมาทำการบันทึกแทน

สำหรับการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งก่อนหน้านี้ผู้วิจัยได้มองว่าการมีจำนวนกลุ่มย่อยที่มากขึ้นจะสามารถทำให้ได้ประเด็นที่อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาพบว่า การลำดับการนำเสนอก็มีความสำคัญ ผู้วิจัยเลือกให้ออกมานำเสนอทีละกลุ่ม โดยเมื่อนำเสนอเสร็จแล้วไม่ต้องลบคำตอบของกลุ่มของตนเอง แล้วให้กลุ่มต่อไปมาเขียนคำตอบของตนเองถัดไปตามช่องว่างที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ เพื่อจะทำการเปรียบเทียบผลงาน ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่นำเสนอถัดไปจะมีการปรับแก้คำตอบก่อนมานำเสนอ จึงทำให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่าหากต้องการเปรียบเทียบผลงานของแต่ละกลุ่ม สามารถทำได้โดยการให้ทุกกลุ่มออกมาเขียนคำตอบของตนเองหน้ากระดานก่อนที่จะนำเสนอ ซึ่งในกรณีนี้นักเรียนจะไม่สามารถปรับเปลี่ยนคำตอบของกลุ่มของตนเองได้

สำหรับในด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าในวงจรมีนักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นกลุ่มย่อยนั้น เป็นเนื้อหาพื้นฐานที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วจึงทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดของตนเองออกมาด้วยความมั่นใจ ไม่กลัวที่จะผิด อย่างไรก็ตามนักเรียนบางส่วนก็ยังไม่ค่อยมั่นใจ จึงทำให้ในช่วงของการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมาเขียนคำตอบแล้วนำเสนอทีละกลุ่ม ทำให้นักเรียนกลุ่มที่จะนำเสนอถัดไปได้ปรับเปลี่ยนคำตอบของกลุ่มตัวเองก่อน เพราะกลัวที่จะผิดพลาด หรือไม่เหมือนกับกลุ่มก่อนหน้า ซึ่งส่งผลทำให้คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจากเดิมที่ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของคำตอบในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนนี้ จึงทำให้ข้อแตกต่างหรือข้อเปรียบเทียบของแต่ละกลุ่ม มีไม่มาก ส่งผลต่อประเด็นที่ใช้อภิปรายร่วมกันมีน้อย นักเรียนจึงใช้ระยะเวลาไม่นานในการอภิปรายและสรุปผลคำตอบร่วมกัน อย่างไรก็ตามพบว่าในการอภิปรายทั้งชั้นเรียนนี้นักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยหยิบเอาหลักการหรือข้อโต้แย้งที่ได้มาจากการ

อภิปรายกลุ่มย่อยมาพบกันในชั้นเรียนอีกครั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเป้าหมายในการอภิปรายเพื่อสรุป  
นิยามทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้เหตุผลส่วนใหญ่เป็นไปในเชิงข้อความทางคณิตศาสตร์

ดังนั้นในการปรับปรุงในวงจรถัดไป ผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

- 1) ปรับจำนวนกลุ่มย่อยให้มีสมาชิกกลุ่มเป็นจำนวนที่ 3 คน และหาก  
หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีจำนวนสมาชิกมากขึ้น ให้นักเรียนได้มีการเขียนบันทึกการอภิปรายกลุ่มร่วมด้วย
- 2) ในการอภิปรายในชั้นเรียน ควรจะให้นักเรียนออกมาเขียนหรือปิด  
ผลงานของกลุ่มของตนเองก่อนที่จะมานำเสนอ
- 3) ในการสรุปผลการอภิปรายท้ายคาบ ควรมีการสรุปคำตอบสุดท้าย  
ให้ชัดเจน โดยผู้วิจัยควรจะเป็นคนกล่าวสรุปด้วยตนเอง โดยอ้างอิงจากนำตัวอย่างที่ได้จากการ  
อภิปรายในชั้นเรียนมาสรุป เนื่องจากนักเรียนยังคงยึดติดกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการถ่ายทอด  
ความรู้จากครูให้กับนักเรียน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

### วงจรที่ 3 เรื่อง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

#### ขั้นตอนวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำแนวทางการปรับปรุงจากวงจรที่ 2 มาปรับใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งปรับเปลี่ยนรูปแบบในการนำเสนอผลงาน และเพิ่มเติมให้นักเรียนทำบันทึกการอภิปรายกลุ่มร่วมด้วย และเพิ่มเติมช่วงเวลาในการสรุปท้ายคาบเรียนให้มีช่วงเวลาอธิบายมากขึ้น ทั้งนี้ยังคงเป้าหมายของการจัดการกิจกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลดั้งเดิมไว้ ดังตาราง 4.4

#### ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนตามแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 3 เรื่อง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การแสดงความคิดเห็น และการแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยทำการบันทึกข้อมูลในการสังเกตลงแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งแต่ละคาบผู้วิจัยจะให้นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อเสนอแนะ แนวทางที่ต้องการให้ผู้วิจัยเพิ่มเติมหรือปรับปรุง ตามแบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และภายหลังจากการเสร็จสิ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละคาบ ผู้วิจัยจะเขียนบันทึกผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย และทำการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจากผลงานของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยปรับให้สอดคล้องตามลักษณะและรูปแบบของผลงานของนักเรียน ตามตาราง 3.4 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากกรอบการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของ Mesalands Community College (2012) และสุดท้ายผู้วิจัยจะนำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม บันทึกหลังการสอน แบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน ร่วมกับผลงานของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน 3.1 (ดูตัวอย่างใบงาน 3.1 ในภาคผนวก ก ญ หน้า 113) ของนักเรียน ประกอบกันเพื่อสรุประดับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นรายบุคคลภายหลังจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนในวงจรนี้

ตารางที่ 4.4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	การเก็บรวบรวมข้อมูล
<p><b>คาบที่ 5-6</b></p> <p>ในการเรียนรู้เรื่องของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ ให้นักเรียนได้แปลงข้อความที่เป็นสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการและอสมการเชิงเส้น และให้เหตุผลแสดงความเห็นในเชิงคณิตศาสตร์เมื่อตัวแปรที่กำหนดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>เพื่อต้องการให้นักเรียน</p> <p>1. รู้และเข้าใจ ความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันจุดประสงค์และอสมการข้อจำกัด</p> <p>2. สามารถสร้างฟังก์ชันจุดประสงค์และอสมการข้อจำกัดได้</p> <p>3. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน</p>	<p>1. ผู้สอนทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนมา เรื่อง จุดบนกราฟ จุดทดสอบ และอาณาบริเวณผ่านกราฟ ยกตัวอย่างกราฟ</p> <p>2. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้นำเสนอไว้ในคาบเรียนก่อนหน้า (คาบที่ 1-2) เพื่อร่วมกันสร้างสมการและอสมการ โดยการแปลงสถานการณ์ปัญหาที่เป็นลักษณะของข้อความไปเป็นสมการและอสมการเชิงพีชคณิต</p> <p>3. ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน ร่วมกันทำใบงานที่ 3.1</p> <p>4. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอโครงสร้างของสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับ โดย แสดงทั้งในรูปของข้อความและในเชิงพีชคณิต พร้อมทั้งอธิบายแนวความคิดหรือวิธีการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาของกลุ่มของตัวเอง</p> <p>5. เมื่อนำเสนอเสร็จสิ้นทั้งหมด ผู้สอนให้นักเรียนแสดงความเห็นว่ากลุ่มใดที่แก้ไขปัญหาได้ถูกต้องหรือแสดงความเห็นว่านอกเหนือจากที่เพื่อนใช้วิธีการดังกล่าวแล้วมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ที่จะทำให้ได้คำตอบ</p> <p>6. ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์รูปแบบการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ว่าแต่ละกลุ่มมีวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างไร มีรูปแบบหรือวิธีการเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</p>	<p>1. การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างในการทำกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>2. การบันทึกการสอน</p> <p>3. การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน</p> <p>4. ผลงานจากใบงาน 3.1 ที่ได้มอบหมายให้กับนักเรียน</p>

## ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ผลงานจากการทำใบงานที่ 3.1 และการนำเสนอผลงานของนักเรียน ได้ผลดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในประเด็นการอภิปรายกลุ่มย่อยนี้ผู้วิจัยยังคงแบ่งกลุ่มให้มีสมาชิกจำนวน 3-4 คนต่อกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้มอบหมายใบงานให้นักเรียนทดลองร่วมกันหาวิธีการเพื่อจะแก้ไขสถานการณ์ปัญหาจริงๆ โดยเน้นให้นักเรียนแปลงสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในรูปของโจทย์ที่เป็นข้อความให้อยู่ในรูปของโจทย์ที่เป็นโจทย์สัญลักษณ์ โดยให้นักเรียนใช้ความรู้จากการเรียนในคาบก่อนหน้า (คาบที่ 3-4) ในการกำหนดตัวแปรไม่ทราบค่าแทนข้อความในโจทย์สถานการณ์ปัญหา แล้วแปลงให้เป็นสมการหรืออสมการที่มีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าที่นักเรียนได้กำหนดขึ้น จากนั้นก็นำความรู้เรื่องของจุดบนกราฟ จุดทดสอบ และอาณาบริเวณ ที่ได้ศึกษาไปในการวาดกราฟแสดงอาณาบริเวณที่คาดว่าจะเป็คำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นช่วยเหลือกันในการแก้ไขปัญหา โดยนักเรียนจะร่างแนวความคิดของกลุ่มของตนเองก่อนที่จะเขียนคำตอบลงในกระดาษรูปที่ผู้วิจัยแจกให้ จากนั้นนักเรียนก็จะช่วยกันเขียนคำตอบที่ได้ร่างไว้ลงไป ซึ่ง จะมีนักเรียน 1 คนที่คอยลำดับการเขียนคำตอบและแบ่งให้นักเรียน 2 คนที่เหลือในการเขียนคำตอบลงไป อย่างไรก็ตามในระหว่างการทำกิจกรรมพบว่า มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งได้เรียนเสริมเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มาแล้ว ดังนั้นในการทำงานกลุ่มจึงให้นักเรียนที่ได้ไปเรียนมาแล้วทำเป็นหลัก แล้วที่เหลือก็ตกแต่งเพิ่มเติม ซึ่งทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ไม่มีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาทำตามรูปแบบวิธีกำหนดการเชิงเส้น เนื่องจากโจทย์ปัญหาตามใบงานที่ 3.1 ที่ผู้วิจัยได้มอบหมายให้กับนักเรียนนั้นเป็น โจทย์ปัญหาที่ใช้ความรู้เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ไขปัญหา โดยในคาบนี้ผู้วิจัยจะให้นักเรียนได้ทดลองแก้ไขปัญหาด้วยตนเองก่อนที่จะได้เรียนวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้นในคาบต่อไป ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆที่เหลือที่ยังไม่เคยได้เรียนมาก่อน จึงพยายามกำหนดตัวแปรและสร้างอสมการข้อจำกัดให้ในทิศทางเดียวกันกับกลุ่มที่มีนักเรียนเคยเรียนมาก่อน เนื่องจากไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองเพราะกลัวที่จะผิด จึงพยายามแก้ไขสถานการณ์ปัญหาไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนตอนท้ายคาบ

ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนตอนท้ายคาบ ผู้วิจัยให้นักเรียนได้นำผลงานของตัวเองมาปิดไว้ที่กระดานก่อนที่จะนำเสนอ ตามที่ได้สะท้อนมาจากวงจรรก่อนหน้าเพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนคำตอบ อย่างไรก็ตามพบว่า การแก้ไขปัญหาแต่ละกลุ่มที่เลือกมาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ทั้งหมด เนื่องจากนักเรียนเลือกใช้วิธีการเดียวกันกับกลุ่มที่มีสมาชิกที่ได้เรียนเสริมมาก่อน จึงทำให้ประเด็นที่จะชี้ให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างการเลือกใช้วิธีการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกันนั้น ไม่มี อย่างไรก็ตามเนื่องจากนักเรียนทำได้เพียงการสังเกตและพยายามแก้ไขปัญหาลงในทิศทางเดียวกันนั้น แต่นักเรียนไม่มีความเข้าใจว่าเหตุใดถึงต้องกำหนดตัวแปรดังกล่าวแล้ว อสมการได้มาได้อย่างไร เหตุใดพื้นที่ที่แรงจะต้องแรงไปในทิศทางนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ประเด็นดังกล่าวนี้ในการตั้งคำถามกับนักเรียนระหว่างการนำเสนอ โดยพยายามตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่จุดสำคัญในการแก้ไขปัญหาคือการใช้กำหนดการเชิงเส้นในแต่ละกลุ่ม ดังนั้นจึงทำให้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนนี้เป็นการอภิปรายระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนมากกว่าที่นักเรียนจะอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปลำดับสำคัญของการแก้ไขปัญหาคือการใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้นให้กับนักเรียนในช่วงท้าย

และจากการอ่านบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจในช่วงท้ายที่ผู้วิจัยสรุปให้ฟัง มากกว่าการร่วมกันแก้ไขปัญหานักเรียนบางส่วนแสดงความเห็นว่าการตั้งคำถามที่ผู้วิจัยใช้ถามซ้ำกันบ่อยจนเกินไป ควรถามคำถามให้หลากหลายมากกว่านี้ และนักเรียนบางส่วนได้แสดงความเห็นว่าการตั้งคำถามที่มอบหมายยากจนเกินไป

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านไป 2 วงจร ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยนักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบหรือวิธีการในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนได้

ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางส่วนที่สามารถอธิบายการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ตัวแปรมาเขียนแสดงแทนข้อมูลหลัก ทั้งสามารถเชื่อมโยงเข้าเงื่อนไขสำคัญของข้อมูลหลักและเงื่อนไขย่อยได้ถูกต้อง ซึ่งเป็นตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาการล้อมรั้ว ดังภาพที่ 4.7

โดยสถานการณ์การล้อมรั้วดังกล่าว เป็นสถานการณ์ที่ชายคนหนึ่งต้องการทำแปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากจากแปลงหนึ่ง โดยมีเงื่อนไขคือ สองเท่าของความยาวของด้านกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับความยาวของด้านยาว และความยาวรอบรูปของแปลงดอกไม้มีอยู่ระหว่าง 550 ถึง 700 เมตร ถ้าค่าวัสดุในการล้อมรั้วด้านกว้างราคาเมตรละ 20 บาท และค่าวัสดุในการล้อมรั้วด้านยาวราคาเมตรละ 35 บาท เขาจะต้องกั้นรั้วแบบใดจึงจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด



ไม้ท่อนที่หนึ่ง ไม้  $x$  เมตรท่อนหนึ่ง,  $y$  เมตรท่อนสอง

1. > สองท่อนของสองท่อนของด้านข้าง หรือว่าสองท่อนด้านขวา จะได้  $2x \leq y$
2. > ความยาวของไม้ อยู่ระหว่าง 550 - 700 จะได้  $2x + 2y \geq 550$   
 $2x + 2y \leq 700$
3. > ค่าตัดไม้ท่อน ไม้ท่อนละ 20 บาท จะได้  $20x$  บาท  
 ค่าตัดไม้ท่อน ไม้ท่อนละ 35 บาท จะได้  $35y$  บาท

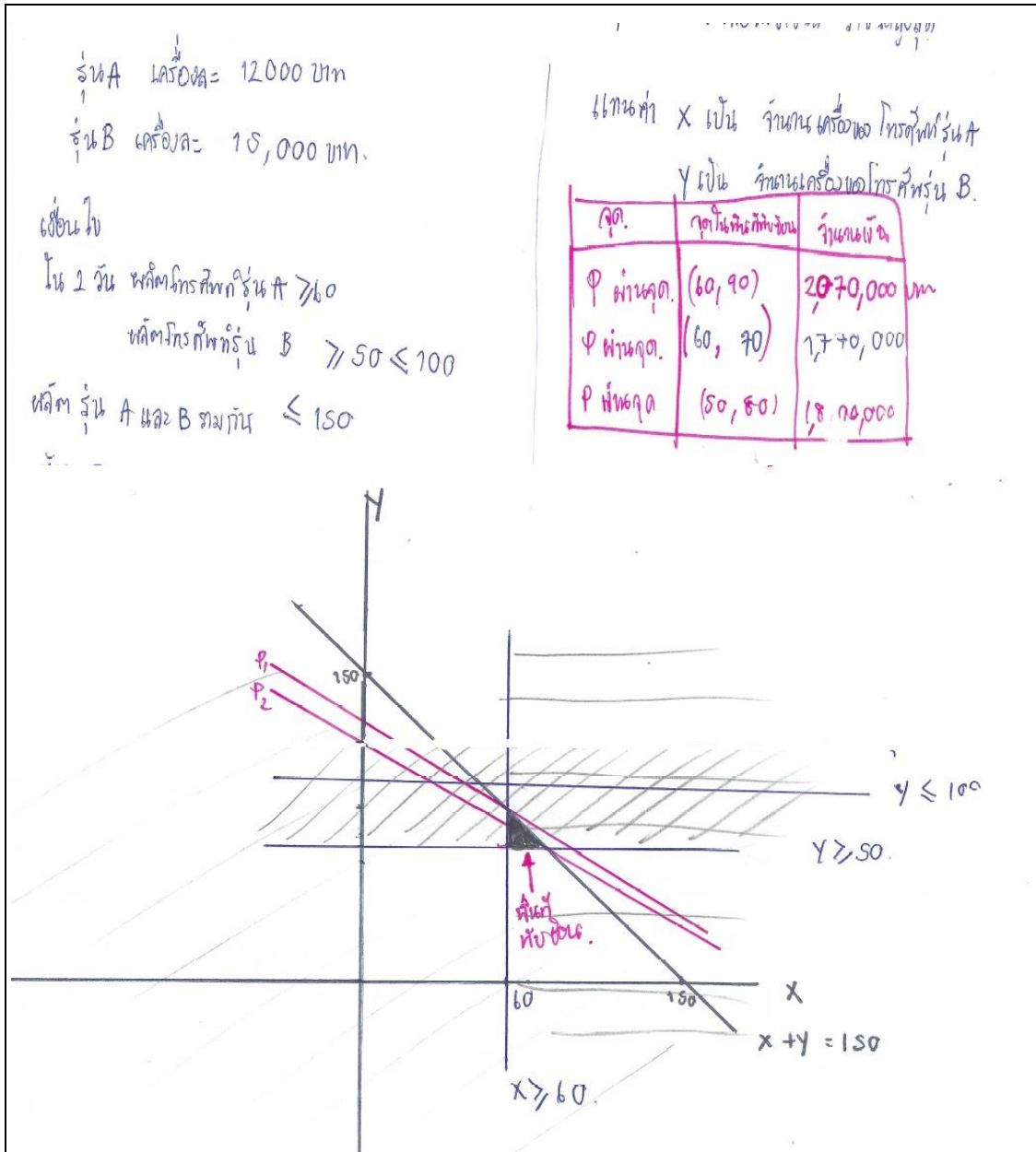
วัตถุประสงค์ของไม้ท่อน  $20x + 35y = P$

เงื่อนไขข้อ  $2x \leq y$   $l_1$   $\frac{275}{2}$   
 $\frac{550}{50}$   
 $2x + 2y \geq 550$   $l_2$   
 $2x + 2y \leq 700$   $l_3$   
 $x \geq 0, y \geq 0$

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนสามารถอธิบายเงื่อนไขต่างๆผ่านตัวแปรได้ถูกต้อง

อย่างไรก็ตามพบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนักเรียนสามารถที่จะอธิบายรูปแบบหรือวิธีการในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกันทั้งหมด

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถอธิบายผ่านตัวแปรและกราฟได้ร่วมกัน โดยนักเรียนสามารถอธิบายแสดงขั้นตอนวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้ผ่านตัวแปร แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละเงื่อนไข และสามารถอธิบายผ่านกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขต่างๆในสถานการณ์ปัญหา และโดยนักเรียนจะแรเงาระบบพื้นที่ที่เป็นอาณาบริเวณของคำตอบได้ถูกต้องเช่นกัน ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างผลงานนักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบและวาดกราฟแสดงแทนความสัมพันธ์เงื่อนไขต่างๆ ได้ถูกต้อง

## ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การร่วมกันแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน ผลงาน และการนำเสนอผลงานของนักเรียน มีประเด็นที่จะสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่มย่อยนั้น การแบ่งกลุ่มให้มีจำนวนสมาชิก 2-3 คน มีความเหมาะสมที่จะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหามากที่สุด อย่างไรก็ตามสถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนร่วมกันแก้ไขปัญหาที่มีส่วนซึ่งหากเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ยากจนเกินไปนักเรียนไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหาได้ ซึ่งทำให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน เนื่องจากนักเรียนยังคงให้ความสำคัญกับคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าแนวความคิดที่จะแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยควรจัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของนักเรียน ประกอบกับสถานการณ์ปัญหาต้องมีลักษณะเฉพาะ กล่าวคือผู้วิจัยควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่อ้างอิงจากระดับของนักเรียนมากกว่าการนำสถานการณ์ปัญหาจากหนังสือหรือตำราอื่นมาประกอบ เพราะอาจจะยากจนเกินไปจนนักเรียนไม่สามารถทำได้หรือนักเรียนอาจจะเคยพบเห็นหรือได้เคยแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในทำนองนี้มาก่อนแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในการแก้ไขปัญหา หรือทำให้การอภิปรายร่วมกันถูกรอบความคิดของนักเรียนไว้

สำหรับการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งก่อนหน้าผู้วิจัยได้มองว่าการมีจำนวนกลุ่มย่อยที่มากขึ้นจะสามารถทำให้ได้ประเด็นที่อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาพบว่า แม้จะมีจำนวนกลุ่มย่อยมากแต่หากผลงานของนักเรียนไม่มีความแตกต่างกันหรือแตกต่างกันไม่มาก ประเด็นที่จะเกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนก็จะขึ้นอยู่กับคำถามที่ผู้วิจัยจะถามเพื่อเป็นประเด็นในการอภิปราย ดังนั้นการเตรียมคำถามล่วงหน้าจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการอภิปราย หากมีการเตรียมคำถามเพื่อชี้นำประเด็นการอภิปรายมาล่วงหน้าจะสามารถช่วยให้ผู้วิจัยสามารถนำนักเรียนเข้าสู่ประเด็นที่ต้องการให้อภิปรายได้ง่ายขึ้น และนักเรียนก็จะไม่เห็นว่าการที่ผู้วิจัยใช้นั้นเป็นคำถามเดิมๆ ซ้ำๆ

สำหรับในด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรมนี้ นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตัวเอง บางส่วนสามารถให้เหตุผลในทางคณิตศาสตร์ได้ แต่บางส่วนยังอธิบายเหตุผลผ่านความคิดเห็นหรือประสบการณ์ส่วนตัวของตัวเอง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยมองว่าทั้งนี้เนื่องมาจากความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากความรู้หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในวงจรมนี้ นักเรียนได้มาจากการทำกิจกรรมกลุ่มซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะเข้าไปในทิศทางเดียวกัน แต่มากขึ้นขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน ดังนั้นส่งผลต่อลักษณะในการให้

เหตุผลอธิบายประกอบการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ปัญหา จึงทำให้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแม้ลักษณะการให้เหตุผลของนักเรียนจะแตกต่างกัน แต่ในความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนทุกคนสามารถที่จะแก้ไขสถานการณ์ปัญหานั้นได้ แต่รูปแบบที่ใช้ในการอธิบายเท่านั้นที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าจากที่มีนักเรียนที่เคยเรียนมาก่อนหน้า ก็มีหน้าที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลของนักเรียนเช่นกัน เพราะนักเรียนมักจะถามเพื่อเช็คคำตอบกับเพื่อนว่าถูกหรือไม่ ซึ่งอาจส่งผลต่อการกรอบแนวความคิดของนักเรียนได้เช่นกัน

ดังนั้นในการปรับปรุงในวงจรถัดไป ผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

- 1) ปรับสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และสามารถแก้ไขได้โดยใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้น
- 2) จัดเตรียมคำถามเพื่อส่งเสริมการอภิปรายในชั้นเรียน โดยเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดประเด็นในการอภิปรายที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

#### วงจรถ่ายที่ 4 เรื่อง การหาคำตอบด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้น

##### ขั้นตอนวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำแนวทางการปรับปรุงจากวงจรถ่ายที่ 3 มาปรับใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน และใกล้เคียงกับเรื่องราวในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเพิ่มเติมการเตรียมคำถามเพื่อใช้ในการส่งเสริมการอภิปราย ดังตาราง 4.4

##### ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนตามแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การแสดงความคิดเห็น และการแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยทำการบันทึกข้อมูลในการสังเกตลงแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งแต่ละคาบผู้วิจัยจะให้นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อเสนอแนะ แนวทางที่ต้องการให้ผู้วิจัยเพิ่มเติมหรือปรับปรุง ตามแบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และภายหลังจากการเสร็จสิ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละคาบ ผู้วิจัยจะเขียนบันทึกผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย และทำการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน(คู่มือตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ในภาคผนวก ค หน้า 90) โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยปรับให้สอดคล้องตามลักษณะและรูปแบบของผลงานของนักเรียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหาคำตอบด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้น

วัตถุประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	การเก็บรวบรวมข้อมูล
<p><b>คาบที่ 7-8</b></p> <p>ในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องของการหาคำตอบด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้นนี้ ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลในการพิจารณาว่าจุดใดบนอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบ ทำให้ค่าของคำตอบเป็นค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด โดยการวาดกราฟของฟังก์ชันที่เป็นคำตอบผ่านอาณาบริเวณแล้วพิจารณาว่าจุดใดที่เป็นคำตอบที่ต้องการ เพื่อต้องการให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถหาคำตอบด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้นได้</li> <li>2. สามารถพิจารณาได้ว่าจุดใดบนอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบทำให้ได้ค่าสูงสุด(หรือต่ำสุด)</li> <li>3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้สอนพูดคุยเพื่อทบทวนเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์</li> <li>2. ผู้สอนตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาจุดบนอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบว่าจุดใดเป็นจุดที่ทำให้ได้ค่าสูงสุด จุดใดที่ทำให้ได้ค่าต่ำสุด</li> <li>3. ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเดิมเหมือนคาบก่อนหน้า</li> <li>4. ให้นักเรียนพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแรงापพื้นที่อาณาบริเวณที่เป็นคำตอบไว้ ว่ามีจุดอะไรบ้างที่อยู่ในอาณาบริเวณนั้น</li> <li>5. ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่า จุดใดบ้างบนอาณาบริเวณที่ทำให้ได้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด</li> <li>6. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอรูปแบบหรือวิธีการที่ใช้ในการหาจุดที่ทำให้ได้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด</li> <li>7. หลังจากที่นำเสนอแต่ละกลุ่ม ผู้สอนแนะนำให้นักเรียนรู้จักฟังก์ชันจุดประสงค์ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบ</li> <li>8. ให้นักเรียนวาดกราฟของฟังก์ชันจุดประสงค์บนกราฟที่วาดอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบในคาบที่แล้ว</li> <li>9. ผู้สอนให้นักเรียนทุกคนร่วมกันพิจารณารูปแบบของแต่ละกลุ่มที่ได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</li> <li>10. ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันหาข้อสังเกตที่ได้เพื่อสรุปวิธีการหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด โดยใช้ฟังก์ชันจุดประสงค์</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างในการทำกิจกรรมกลุ่ม</li> <li>2. การบันทึกการสอน</li> <li>3. การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน</li> <li>4. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล</li> </ol>

ตามตาราง 3.5 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากกรอบการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของ Mesalands Community College (2012) และสุดท้ายผู้วิจัยจะนำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม บันทึกหลังการสอน แบบบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน ร่วมกับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนประกอบกันเพื่อสรุประดับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นรายบุคคลภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนในวงจรนี้

### ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน การนำเสนอผลงานของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ได้ผลดังนี้

การจับกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในประเด็นการอภิปรายกลุ่มย่อยนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มเดิมจากวงจรก่อนหน้าที่มีสมาชิกจำนวน 3-4 คนต่อกลุ่ม ภายหลังจากที่นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แล้ว ซึ่งนักเรียนจะได้อาณาบริเวณที่เป็นคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งในวงจรนี้ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าตำแหน่งหรือจุดใดบนอาณาบริเวณนั้นที่เป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์ปัญหานี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงเลือกใช้วิธีการเดียวกันกับกลุ่มของนักเรียนที่ได้เรียนมาก่อนหน้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนจุดประสงค์จากเดิมที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนส่วมรู้ว่าจุดใดที่เป็นคำตอบ หรือให้นักเรียนสร้างข้อคาดเดาว่าจุดใดที่เป็นคำตอบแล้วใช้วิธีการหรือหลักการใดในการหาคำตอบหรือการคาดเดา จากนั้นผู้วิจัยก็จะแนะนำให้นักเรียนรู้จักฟังก์ชันจุดประสงค์และแสดงให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันจุดประสงค์และอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบ ซึ่งนักเรียนสอบถามกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มจนทราบว่าจุดที่เป็นจุดตัดหรือจุดมุมจะเป็นจุดที่เป็นคำตอบ เนื่องจากมีนักเรียนบางส่วนได้เรียนมาก่อนหน้าแล้ว โดยผู้วิจัยจึงทำการปรับเปลี่ยนเป็นคำถามว่านักเรียนทราบได้อย่างไรว่าจุดมุมดังกล่าวเป็นคำตอบ แล้วมีจุดมุมนั้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับฟังก์ชันจุดประสงค์และอาณาบริเวณ ซึ่งพบว่าจากคำถามนี้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ อาจเนื่องมาจากนักเรียนรู้คำตอบที่ถูกต้องอยู่แล้วจึงไม่มีความกังวลว่าจะผิด นักเรียนจึงมีแรงกระตุ้นที่จะหาเหตุผลมาอธิบายให้กับผู้วิจัย จึงทำให้ประเด็นคำถามนี้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายได้

ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนตอนท้ายคาบ ผู้วิจัยให้นักเรียนได้นำผลงานของแต่ละกลุ่มมาปิดไว้ที่กระดานก่อนที่จะนำเสนอตั้งเช่นเคย จากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มออกมาอธิบายหลักการที่ร่วมกันอภิปรายในกลุ่มมาก่อนหน้าว่า จุดที่เป็นคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับฟังก์ชันจุดประสงค์และอาณาบริเวณที่เป็นคำตอบ ซึ่งพบว่าแม้ในกลุ่มย่อย



นักเรียนจะกล้าที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร เหตุใดจึงตั้งกล่าวจึงเป็นคำตอบ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนกลัวที่จะให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งก่อนหน้านี้ผู้วิจัยได้กำหนดว่านักเรียนที่เคยเรียนมาก่อนไม่ให้ออกมานำเสนอ ให้นักเรียนที่ไม่ได้เรียนเสริมมาเป็นคนออกมานำเสนอ จึงทำให้นักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงเหตุผลของตนเองออกมา ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนที่เคยเรียนมาก่อนออกมานำเสนอแล้วอธิบายเหตุผลให้กับนักเรียนที่เหลือฟัง โดยผู้วิจัยก็สรุปต่อว่าให้เหตุผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่เหลือออกมาแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมต่อยอดจากที่เพื่อนได้แสดงเหตุผลไว้ พบว่านักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตัวเองออกมา จึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนได้ และในตอนท้ายผู้วิจัยจึงสรุปให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของฟังก์ชันจุดประสงค์อีกครึ่งหนึ่ง

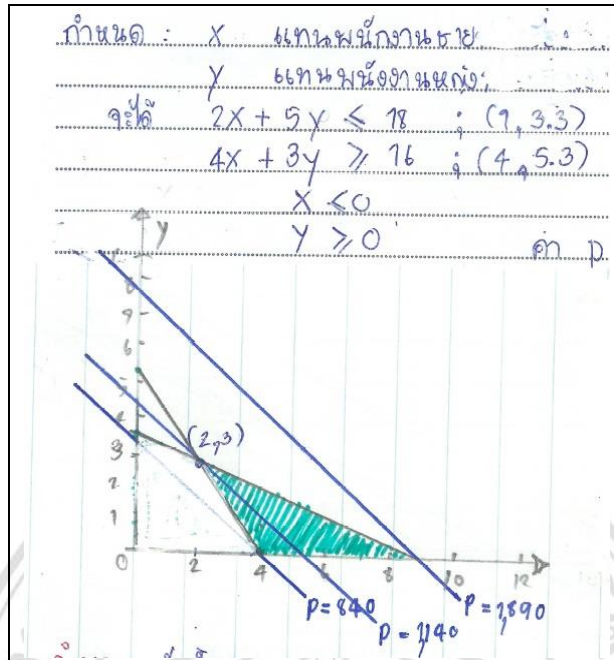
และจากการอ่านบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนชอบที่ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้กับนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตัวเอง โดยไม่สนใจว่าจะถูกต้องหรือผิดพลาด และนักเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นที่มีการสรุปท้ายคาบเรียน

ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับดี บางส่วนถึงระดับดีมาก ซึ่งสามารถอธิบายและวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังคงสามารถให้เหตุผลในการบอกละเอียดต่างๆ โดยใช้ตัวแปรในการแสดงแทนความสัมพันธ์ของเงื่อนไขได้ถูกต้อง และนักเรียนบางส่วนก็สามารถอธิบายสามารถอธิบายเงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆได้ ผ่านกราฟแสดงความสัมพันธ์เงื่อนไขต่างๆได้ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.9

### **ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)**

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การร่วมกันแสดงความคิดเห็นของนักเรียน บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียน การเขียนบันทึกหลังการสอน และการนำเสนอผลงานของนักเรียน มีประเด็นที่จะสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

การจัดกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่มย่อยนั้น การแบ่งกลุ่มไม่ได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการอภิปรายได้น้อยลง ผู้วิจัยพบว่าคำถามที่ผู้วิจัยเตรียมเพื่อที่จะไปกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายนั้นมีความสำคัญ ซึ่งคำถามควรเป็นคำถามที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และเป็นคำถามที่นักเรียนคิดว่าไม่ยากเกินไปที่จะสามารถหาคำตอบได้ จากคำถามที่ผู้วิจัยเตรียมมาให้นักเรียนได้ลองหาเหตุผลมาเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อย จึงทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงเหตุผลออกมา ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะนักเรียนมั่นใจในคำตอบสุดท้าย มั่นใจว่าผลงานนั้นถูกต้องแล้วเหลือเพียงการ



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนสามารถจัดรูปเงื่อนไขสำคัญของข้อมูลหลัก และเงื่อนไขย่อยถูกต้องได้ และเชื่อมโยงกันทั้งหมด

เพิ่มเติมเพียงเล็กน้อย แก้หาเหตุผลมาอธิบาย ซึ่งส่วนนี้ทำให้นักเรียนกล้าที่จะพูดแสดงเหตุผลออกมา โดยไม่กังวลว่าจะถูกต้องหรือไม่ และยังไปกว่านั้นในกลุ่มย่อยที่แสดงความคิดเห็นนี้เป็นกลุ่มเดียวกัน ถูกก็ถูกเหมือนกัน ผิดก็ผิดเหมือนกัน ไม่ต้องกังวลว่าเหตุผลที่ตนแสดงออกมานั้นจะถูกหรือไม่

สำหรับการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ผู้วิจัยใช้เทคนิคเดิมในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนออกมาแสดงเหตุผลของกลุ่มว่าเหตุใดจุดดังกล่าวจึงเป็นคำตอบ และมีความสัมพันธ์อย่างไรกับฟังก์ชันจุดประสงค์ ซึ่งพบว่านักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงเหตุผลออกมา ทั้งนี้เนื่องจากมีกลุ่มหนึ่งซึ่งสมาชิกในกลุ่มดังกล่าวได้เรียนมาก่อนหน้านี้แล้ว นักเรียนที่นำเสนอจึงไม่กล้าที่จะแสดงเหตุผลของกลุ่มของตนเอง ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคโดยการให้นักเรียนดังกล่าวออกมาแนะนำเสนอ ก่อนเพื่อเป็นการคลายความกดดันให้กับนักเรียน โดยให้กลุ่มที่ได้เคยเรียนมาก่อนแล้ว ออกมานำเสนอ แต่ผู้วิจัยไม่ได้บอกว่าเหตุผลดังกล่าวนั้นผิด แต่บอกว่าเหตุผลดังกล่าวนั้นถูกต้องแต่ยังคงไม่ครอบคลุมทั้งหมด เหลือเพียงบางส่วนที่หากเพิ่มเติมแล้วจะครบถ้วนสมบูรณ์ จากนั้นจึงให้กลุ่มอื่นๆออกมานำเสนอ แล้วร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนอีกครั้งเพื่อหาข้อสรุป ซึ่งพบว่าเมื่อนักเรียนรู้คำตอบคร่าวๆแล้วว่าเป็นอย่างไร เหตุผลที่ถูกต้องควรเป็นไปในทิศทางไหน นักเรียนจึงไม่มีความกดดันหรือกังวลว่าเหตุผลที่ตนนำเสนอานั้นจะไม่ถูกต้อง และแม้เพื่อนร่วมชั้นจะเคยเรียนมาก่อนแต่ก็ยังไม่เหตุผลยังไม่ครอบคลุม นักเรียนจึงกระตือรือร้นกล้าที่จะแสดงเหตุผลออกมา หาเหตุผลส่วนน้อย

ที่ยังไม่ครอบคลุม ผู้วิจัยจึงมองว่าการหาแรงจูงใจให้กับนักเรียนก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน และไม่ควรถัดสินเหตุผลว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง แต่ควรให้กำลังใจว่าใกล้ถูกต้องแล้วมากกว่าจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงเหตุผลออกมา

สำหรับในด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในวงจรสุดท้ายนี้ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนคุ้นเคย การจับกลุ่มเพื่อร่วมกันอภิปรายก่อนแล้วหลังจากนั้นก็อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนสามารถที่จะให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงของการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะอ้างอิงเหตุผลส่วนใหญ่ที่ได้มาจากการอภิปรายกลุ่มย่อยในก่อนหน้านี้ ซึ่งทำให้นักเรียนกล้าและมั่นใจที่จะแสดงเหตุผลออกมา เพราะมีเพื่อนในกลุ่มที่คอยสนับสนุน จึงทำให้การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนมีบรรยากาศในการอภิปรายค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามในการอภิปรายกลุ่มย่อยนักเรียนจะใช้ประสบการณ์ของตนเองมาแสดงข้อคิดเห็นร่วมกัน ผ่านการตรวจสอบว่าถูกต้องหรือใช้ได้หรือไม่ในสถานการณ์ปัญหาที่ได้มา ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนจะมุ่งมั่นในการหาวิธีการในการอธิบายลำดับขั้นตอนในการได้มาซึ่งคำตอบผ่านการโต้แย้งกัน และในกลุ่มที่มีผู้นำในการอภิปรายมักจะได้ข้อสรุปที่ดีกว่ากลุ่มที่อภิปรายด้วยความคิดเห็นของแต่ละคนสลับกัน

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 4 วงจรแล้วพบว่าโดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลดีขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสามารถอธิบายรูปแบบหรือวิธีการที่นำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนช่วยในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ จากเดิมที่มีการพยายามนำตัวแปรมาช่วยในการอธิบาย แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ได้ ทำได้เพียงยกตัวอย่างจากสถานการณ์ทั่วไป ซึ่งในการอธิบายหรือการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเลขหรือการแสดงแทนด้วยกราฟ เป็นด้านที่นักเรียนมีพัฒนาการดีที่สุดซึ่งนักเรียนจากที่มีการวิเคราะห์ตัวเลขจากสถานการณ์ปัญหาโดยตรง นักเรียนได้พัฒนาจนสามารถอธิบายลักษณะหรือวิธีการที่นำตัวแปรมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งยังสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลผ่านกราฟได้อย่างถูกต้อง