

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 และมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 41 คน เป็นชาย 13 คน หญิง 28 คน ผู้วิจัยดำเนินการเรียนรู้ตามรูปแบบกระบวนการที่สังเคราะห์ขึ้นจากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง การศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นดังกล่าวใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 13 แผน ซึ่งแบ่ง 4 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-7 วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11-13 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. บริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษา
2. การดำเนินการก่อนการวิจัย
3. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1
4. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2
5. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3
6. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4
7. สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. อภิปรายผล
10. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

## 1. บริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาและบริบทของโรงเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 1.1 สภาพทั่วไป

โรงเรียนมัธยมศึกษา ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2515 เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นโรงเรียนสาขาของโรงเรียนบ้านไผ่ (ขก5) อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ปีแรกที่เปิดทำการสอน ได้อาศัยที่เรียนชั่วคราวของโรงเรียนชุมชนบ้านหันมัธยมศึกษา อำเภอเมือง (โรงเรียนประถม) เป็นสถานที่เรียนชั่วคราวมี นายสุวรรณ พิริยะอนันตกุล ศึกษาธิการอำเภอเมือง รักษาการในตำแหน่งครูใหญ่ ในปีเดียวกันนั้นได้แต่งตั้ง นายอุดม ภักดี ให้มาดำรงตำแหน่งครูใหญ่ ในปี พ.ศ. 2516 โรงเรียน อำเภอและจังหวัดร่วมกันทำเรื่องขอโรงเรียนมัธยมศึกษาขององค์การยาสูบขององค์การยาสูบ กระทรวงการคลัง ซึ่งได้เลิกกิจการไป กระทรวงการคลัง ได้อนุเคราะห์มอบให้เป็นกรรมสิทธิ์ของกรมสามัญศึกษา เพื่อใช้เป็นที่ตั้งของโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอ

ปัจจุบันโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 เป็นโรงเรียนในฝัน โรงเรียนขนาดใหญ่ ตั้งอยู่เลขที่ 205 หมู่ 2 ถนนหน้าเมือง ตำบลกุดเค้า อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีเนื้อที่ 38 ไร่ 3 งาน 52 ตารางวา เปิดทำการสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีครูจำนวน 126 คน นักเรียน 2,266 คน มีจำนวนห้องเรียน 55 ห้อง ผู้ปกครองมีหลากหลายอาชีพ ฐานะค่อนข้างแตกต่างกัน พื้นฐานครอบครัวแตกต่างกัน นักเรียนจึงมีความหลากหลาย

### 1.2 สภาพการดำเนินงานด้านวิชาการ

1.2.1 การจัดระบบการเรียนรู้ โรงเรียนมัธยมศึกษา จัดการเรียนการสอนเป็น 2 ระดับ คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดการศึกษาปีละ 2 ภาคเรียน ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ ในการจัดครูเข้าสอนจัดตรงตามวิชาเอกและพิจารณาจากสาขาวิชาที่จบการศึกษา โดยเฉลี่ยชั่วโมงสอนของครูคนละ 18 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

1.2.2 การจัดชั้นเรียน การจัดชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ชั้นเรียนละ 10 ห้อง รวม 30 ห้องเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-5 ชั้นเรียนละ 8 ห้อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มี 7 ห้อง รวม 25 ห้องเรียน รวมทั้งหมดมี 55 ห้องเรียน แต่ละห้อง

จะมีการจัดป้ายนิเทศหน้าห้องเรียนและภายในห้องเรียน เพื่อจัดแสดงความรู้ ข่าวสาร วันสำคัญต่าง ๆ ผลงานของนักเรียน ตารางเรียน และตารางเวรประจำวัน

1.2.3 การวัดประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โรงเรียนมัธยมศึกษา มีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง โดยเก็บคะแนนจากผลงาน จากการทำแบบฝึกทักษะ หรือใบงานระหว่างเรียนของนักเรียน นักเรียนสามารถตรวจสอบคะแนนที่ได้อยู่เสมอ ในแต่ละปีการศึกษามีการจัดสอบภาคเรียนละ 2 ครั้ง คือ สอบกลางภาคเรียนและสอบปลายภาคเรียน ครูผู้สอนจะต้องทำแบบทดสอบเอง หลังจากทดสอบในแต่ละภาคเรียน แล้วครูผู้สอนแต่ละรายวิชาจะต้องหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้อง และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินเทียบกับเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่โรงเรียนกำหนด

### 1.3 สภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษาสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 จะจัดกิจกรรมในลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังนี้

1.3.1 การเตรียมการสอน ครูผู้สอนจะทำแผนการจัดการเรียนรู้ ส่งที่ฝ่ายวิชาการตามที่กำหนดแต่ละเดือนและได้จัดทำกำหนดการสอน เพื่อเตรียมการสอนให้ตรงตามเนื้อหาและทันเวลาที่กำหนด เพราะครูทุกคนเป็นครูที่ปรึกษา ทำการสอนในหลายระดับชั้น และมีงานพิเศษที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ อีก เช่น งานวิชาการ งานอำนวยการ งานกิจการนักเรียน งานบริหารทั่วไป เป็นต้น ครูส่วนมากจะยึดแนวการสอนตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ของ สสวท. เป็นหลัก และหนังสือแบบฝึกหัดเสริมจากหลายสำนักพิมพ์ของเอกชน โดยจะทำเป็นใบความรู้ ใบงาน ประกอบการสอนและให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม อุปกรณ์และสื่อการสอนจะมีหนังสือเรียนหรือใบงาน

1.3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดสภาพห้องเรียนเป็นไปตามครูผู้สอน ครูบางคนจะมีห้องปฏิบัติการของตนเองสอนตามรายวิชาของตน ครูที่ไม่มีห้องปฏิบัติการก็จะไปสอนตามห้องประจำชั้นของนักเรียน ในห้องของนักเรียนส่วนมากจะนั่งเรียนเป็นคู่ ๆ ครูส่วนมากไม่ได้นำเทคนิคที่แปลกใหม่มาใช้ในการสอน ครูจะยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง ก่อนการสอนเนื้อหาใหม่ ครูจะทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนฟัง หรือเฉลยแบบฝึกหัด ตรวจการบ้าน และสอนเนื้อหาใหม่โดยยกตัวอย่างบนกระดานประมาณ 2-3 ข้อที่แตกต่างกัน ครูอธิบายและยกตัวอย่างประกอบหรือบางครั้งมีการอธิบายวิธีคิด โดยใช้สื่อประกอบ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ชักถามบ้างในกรณีที่นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน ส่งเสียงดังรบกวนเพื่อน บางครั้งให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำบนกระดาน เพื่อทดสอบความเข้าใจ ถ้านักเรียนทำไม่ถูกครูก็ช่วยแนะนำวิธีคิด เมื่อคาดว่านักเรียนเข้าใจดีแล้ว จะสรุปบทเรียน โดยบางครั้งครูเป็นผู้สรุปบทเรียน บางครั้งร่วมกันอภิปรายสรุป

บทเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายชั่วโมง หากทำไม่เสร็จให้ทำเป็นการบ้าน ส่วนใหญ่งานของนักเรียนจะเป็นงานเดี่ยว นักเรียนไม่ได้ปรึกษาหารือกัน นักเรียนที่เรียนเก่งไม่ได้ช่วยเหลืออธิบายให้เพื่อนได้เข้าใจเนื้อหาในบทเรียน เนื่องจากมีงานมากจะต้องรีบทำส่งให้ตรงเวลาหลังจากทำงานส่งเสร็จแล้วถึงจะมาบอกเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจ จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่านักเรียนอยากให้ครูสอนให้สนุก มีกิจกรรมอื่นแทรกบ้าง เบื่อการคิดคำนวณ อยากให้สอนเรื่องที่ย่าง ๆ จะได้ทำแบบฝึกทักษะทำการบ้าน หรือทำข้อสอบด้วยตัวเองได้ จะได้มีกำลังใจในการเรียน

1.3.3 พฤติกรรมและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการสังเกตและข้อมูลการสอบถามนักเรียนถึงรายวิชาเรียนที่นักเรียนชอบ พบว่า นักเรียนชอบหลากหลายวิชา บางคนชอบตามครูที่สอน ส่วนใหญ่ชอบเรียนวิชาพลศึกษา ดนตรี และกิจกรรมชุมนุมมากกว่าที่จะเรียนวิชาพื้นฐาน และจากการสุ่มถามนักเรียนที่เรียนเก่งจะชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสนใจและตั้งใจเรียนทุกชั่วโมง เมื่อมีเวลาว่างจะทบทวนความรู้จากแบบฝึกหัดที่ทำส่ง หากไม่เข้าใจมีข้อสงสัยจะใช้เวลาว่างหรือในชั่วโมงเรียนสอบถามครูเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในวิธีคิดของตนเอง และจะได้รับคำชมเชยเสมอทำให้ชอบที่จะเรียนวิชานี้ ส่วนนักเรียนที่เรียนปานกลางและเรียนอ่อนจะไม่ค่อยชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิชาที่ยากแก่การทำความเข้าใจสูตรเยอะ มีการคำนวณเยอะ ครูสอนเร็ว การบ้านมีเกือบทุกวิชา ทำให้มีเวลาทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์น้อยลงเลยต้องอาศัยลอกเฉลย หรือลอกการบ้านเพื่อนมาส่ง บางครั้งไม่เข้าใจไม่กล้าถามครู ในเวลาที่ครูสอนความรู้ใหม่ก็จะลืมความรู้เดิม ทำให้เรียนไม่รู้เรื่องสะสมพอกพูนไปเรื่อย ๆ ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายไม่ชอบเรียน และทำการบ้านไม่ได้ ทำไม่เสร็จ ไม่ส่งงาน

จากการศึกษาสภาพดังกล่าว สามารถวิเคราะห์สรุปปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ว่า ประการแรกจากครูผู้สอน ไม่มีเวลาเพียงพอในการเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเตรียมสื่อการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่หลากหลาย ประการที่สองจากนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สนใจการเรียนเท่าที่ควร ขาดความกระตือรือร้น และยังขาดความกล้าจะคิดและไม่กล้าซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัย นักเรียนขาดทักษะทางสังคมไม่มีการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เนื่องจากไม่ได้รับการส่งเสริมให้ทำงานเป็นทีม

## 2. การดำเนินก่อนการวิจัย

ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD ผู้วิจัยปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียน ดังนี้

### 2.1 การปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัย

ผู้วิจัยได้มอบหมายให้ นางศศิธร มุพิลา ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นผู้ช่วยวิจัย โดยผู้วิจัยได้นำเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวมทั้งระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการให้ผู้ช่วยวิจัยศึกษาล่วงหน้าเพื่อจะได้เข้าใจบทบาทหน้าที่ของผู้ช่วยวิจัยในการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยร่วมอภิปรายสะท้อนผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ หาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการ

### 2.2 การปฐมนิเทศนักเรียน

ผู้วิจัยได้ปฐมนิเทศนักเรียนตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD โดยใช้แผนปฐมนิเทศ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทราบลำดับขั้นตอนในการเรียน โดยทราบบทบาทของตนเองในขณะที่เรียนและแต่ละขั้นตอนของการสอน แจ้งการจัดกลุ่มให้นักเรียนทราบ แจ้งรายละเอียดเนื้อหาของการเรียน บอกบทบาทหน้าที่ของตนเองได้ข้อปฏิบัติในการจะได้เป็นกลุ่มย่อย เข้ม และของรางวัลที่จะได้รับ จากกิจกรรมการปฐมนิเทศ นักเรียนเข้ากลุ่มตนเอง ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบ STAD จากผลคะแนนในการตัดสินผลการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ผู้วิจัยได้จัดนักเรียนเข้ากลุ่มจำนวน 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน นักเรียน จำนวน 9 กลุ่ม มีสมาชิก 4 คน สมาชิกจะแบ่งออกเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน และมี 1 กลุ่ม ที่มีสมาชิก 5 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน เมื่อนักเรียนทราบสมาชิกในกลุ่มแล้วนักเรียนบางคนเสนอว่าอยากจะทำกลุ่มเอง บางคนอยากจะทำในกลุ่มเพื่อนสนิทของตน บางคนบอกว่ากลุ่มไม่มีสมาชิกที่ทำงานช้า ผู้วิจัยได้บอกเหตุผลและหลักการจัดกลุ่มให้นักเรียนทราบบทบาทหน้าที่ของตนเองในกลุ่มว่าแต่ละคนนั้นมีความสามารถที่ต่างกัน การที่กลุ่มจะเป็นกลุ่มย่อยเข้มได้ทุกคนต้องช่วยเหลือกัน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มทำความเข้าใจในบทบาทของตนเอง และร่วมกันตั้งชื่อกลุ่ม

### 3. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1

3.1 ผลการปฏิบัติตามรูปแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีรายละเอียดในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมจากการสังเกตและบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### 3.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อมและสร้างความสนใจในการเรียน โดย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแฟกทอเรียล สุ่มนักเรียนเพื่ออ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนตื่นเต้นว่าตนเองจะเป็นคนอ่านหรือไม่ และทบทวนความรู้โดยการถามตอบเกี่ยวกับเรื่องที่พบเจอบ่อยๆ เช่น วิธีจัดนักเรียน 5 คน นั่งเก้าอี้ 5 ตัว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างแฟกทอเรียล และการแก้สมการแฟกทอเรียล ให้นักเรียนเล่นเกมบิงโกทำให้เกิดความสนุกสนานและสร้างความสนใจในการหาค่าแฟกทอเรียล โดยนักเรียนที่ได้บิงโกมีจำนวน 6 คน จาก 5 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนหาค่าแฟกทอเรียล ให้อยู่ในรูปของรูปแฟกทอเรียลที่ต่ำกว่า และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวตรง ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และยกตัวอย่างโจทย์การหาค่าแฟกทอเรียบบนกระดานให้นักเรียนหาคำตอบ จากนั้นให้นักเรียน 2 กลุ่ม ร่วมกันตั้งโจทย์การหาค่าแฟกทอเรียลแล้วให้นักเรียนกลุ่มอื่นตอบคำถาม นักเรียนมีความสนใจ ช่วยเหลือกันและกระตือรือร้นตั้งคำถามและหาคำตอบ ทำให้เกิดความสนุกสนาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรง ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับกฎเกณฑ์เบื้องต้นของการนับและแฟกทอเรียล โดยครูติดบัตรคำถามบนกระดาน นักเรียนมีการช่วยเหลือกันในการหาคำตอบ ส่วนใหญ่นักเรียนเก่งจะเป็นผู้ตอบคำถาม จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

#### 3.1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเสนอบทเรียนที่จะเรียนในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยใช้เทคนิคการถาม-ตอบ วิเคราะห์สถานการณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน จากกฎเกณฑ์เบื้องต้นของการนับไปสู่นิยามแฟกทอเรียล ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ จากนั้นให้นักเรียนลองทายค่าของ  $0!$  จะมีทั้งนักเรียนที่ตอบถูกต้องและตอบผิด และให้นักเรียนหาค่าของแฟกทอเรียล นักเรียนเก่งจะสามารถหาค่าได้และกล้าแสดงความคิดเห็น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยใช้เทคนิคให้นักเรียนลองทายว่าการคูณของจำนวนสามารถเขียนในรูปแฟกทอเรียลได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนทุกคนตอบว่าสามารถทำได้ จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาการเขียนผลคูณให้อยู่ในรูปแฟกทอเรียล พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าทำไมจึงสามารถคูณและหารด้วยจำนวนเดียวกันได้มีค่าเท่าเดิม นักเรียนสามารถตอบได้ว่าเป็นการคูณด้วย 1 ทำให้ยังคงมีค่าเท่าเดิม และนักเรียนสามารถตอบคำถามเรื่องการเขียนผลคูณให้อยู่ในรูปแฟกทอเรียลได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนมีส่วนร่วมโดยให้ตัวแทน 3 คน ออกมาขึ้นเรียงแถว แล้วให้นักเรียนที่เหลือช่วยกันจัดว่าจะขึ้นได้ทั้งหมดกี่วิธีโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับพิจารณา ครูดักตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น จัดหนังสือบนชั้น 5 เล่ม ได้กี่วิธี พบว่านักเรียนเกิดความ สนุกสนานและสนใจในบทเรียน สามารถตอบคำถามได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยให้นักเรียนใช้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับและแฟกทอเรียล เชื่อมโยงไปสู่จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ  $n$  สิ่งที่แตกต่างกัน โดยนำมาเรียงสับเปลี่ยนคราวละ  $r$  สิ่ง โดยการถามนำไปสู่คำตอบ เช่น จัดหนังสือ 9 เล่มที่แตกต่างกัน บนชั้นหนังสือเดียวกันซึ่งมีที่ว่าง 6 ที่ ได้กี่วิธี พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามและเชื่อมโยงความรู้ได้ โดยนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

### 3.1.3 ชั้นสรุป

ในชั้นสรุปวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 นี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นโดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่แล้วผู้วิจัยเขียนข้อสรุปบนกระดาน ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนมีการอภิปรายพูดคุยกันช่วยเหลือกัน ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามนำไปสู่การสรุปเนื้อหาให้ครบถ้วน

### 3.1.4 ชั้นการศึกษากลุ่มย่อย

ชั้นการศึกษากลุ่มย่อยในวงจรปฏิบัติการนี้ หลังจากเรียนบทเรียนทั้งชั้นแล้วตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับัตรเนื้อหา ศึกษาจนเข้าใจแล้วตัวแทนรับัตรกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เมื่อนักเรียนรับัตรเนื้อหาแล้วสมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ร่วมมือกัน แต่ส่วนใหญ่จะไม่นึกถึงบทบาทของตนเองในการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยได้ชี้แนะถึงประโยชน์ของการช่วยเหลือเพื่อนว่า “การเรียนแบบร่วมมือแบบนี้สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องคอยแนะนำหรือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม เพราะหลังจากทดสอบทำวงจรปฏิบัติการ คะแนนของกลุ่มขึ้นอยู่กับคะแนนของทุกคน ดังนั้นนักเรียนทุกคนจึงต้องมีความรับผิดชอบ พูดคุยปรึกษาและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน” นักเรียนได้ช่วยเหลือกันเป็นอย่างดีเนื่องจากเป็นชั่วโมงแรกที่นักเรียนได้เรียนแบบกลุ่มทำให้เกิดความตื่นเต็นน่าสนใจ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ศึกษาบัตรเนื้อหาเข้าใจแล้ว ทุกกลุ่มเริ่มทำบัตรกิจกรรม พบว่านักเรียนแต่ละคนในกลุ่มให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำงาน ช่วยเหลือกันในการทำความเข้าใจและหาคำตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - 3 เมื่อนักเรียนรับบัตรเนื้อหาแล้วสมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ร่วมมือกันเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น บางกลุ่มปรึกษากันเสียงดังผู้วิจัยต้องคอยแนะนำมารยาทในการทำงานกลุ่มการทำงานในชั้นเรียน บางกลุ่มสมาชิกคนที่เข้าใจจะช่วยอธิบายให้เพื่อนที่ยังไม่เข้าใจได้เข้าใจ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรเนื้อหาเข้าใจแล้ว ทุกกลุ่มเริ่มทำบัตรกิจกรรม พบว่านักเรียนแต่ละคนในกลุ่มให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำงาน ช่วยเหลือกันในการทำความเข้าใจและหาคำตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหา นักเรียนเก่งจะคอยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มและคอยถามเพื่อนว่าเข้าใจหรือไม่ ถ้าเพื่อนไม่เข้าใจก็อธิบายให้ฟังและให้เพื่อนคนที่เข้าใจแล้วอธิบายให้เพื่อนคนอื่นในกลุ่มได้เข้าใจด้วย เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรเนื้อหาเข้าใจแล้ว ทุกกลุ่มเริ่มทำบัตรกิจกรรม จากนั้นจะเป็นการนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม พบว่าส่วนมากนักเรียนเก่งจะออกมานำเสนอผลงานซึ่งบางคนยังไม่มีทักษะในการนำเสนอผลงาน ผู้วิจัยต้องแนะนำวิธีในการนำเสนอผลงาน

เมื่อนักเรียนทำบัตรกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่มโดยนักเรียนตัวแทนออกมารับบัตรเฉลย ถ้าทำผิดข้อไหนให้สมาชิกศึกษาข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจ

### 3.1.5 ขั้นการทดสอบย่อย

หลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ (60 คะแนน) และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ (40 คะแนน) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

จำนวนนักเรียน	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ทั้งหมด	41	100	70	94	54	69.95	69.95	18	43.90

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน คะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 70 คะแนน ได้คะแนนสูงสุด 94 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 54 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 69.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.95 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 43.90 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3.1.6 ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาดตนเอง

การคิดคะแนนการพัฒนาดตนเอง โดยหาผลต่างระหว่างคะแนนฐานกับคะแนนที่ทำแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วไปหาค่าคะแนนการพัฒนาดตนเองของแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 7 คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มทำวงจรปฏิบัติการที่ 1

กลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	คะแนนเฉลี่ยกลุ่ม
A	Dropdet	12.5
B	Super Team ซิมิ ๆ	12.5
C	Freedom	17.5
D	ซ็อคโกแล็ต	12
E	ฮูวีฮู	12.5
F	บูกลิด	2.5
G	Baby จัมบ๊ะ	2.5
H	จ๊อบบี้ คลาสสิก	22.5
I	Art Art ต๊ปป ๆ	17.5
J	Math very easy	15

### 3.1.7 ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

เมื่อคิดคะแนนการพัฒนาดตนเองในทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการยกย่องอยู่ในระดับยอดเยี่ยมมี 1 กลุ่ม คือกลุ่มจ๊อบบี้ คลาสสิก ระดับเก่งมากมี 3 กลุ่ม คือกลุ่ม Freedom กลุ่ม Art Art ต๊ปป ๆ และกลุ่ม Math very easy กลุ่มเก่งมี 4 กลุ่ม คือกลุ่ม Dropdet กลุ่ม Super Team ซิมิ ๆ กลุ่มซ็อคโกแล็ต และกลุ่มฮูวีฮู

### 3.2 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรม เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ทั้ง 5 ทักษะ ดังที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง โดยเริ่มด้วยปัญหาที่นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ ต่อจากนั้นเพิ่มสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่เคยพบมา โดยการแก้ไขโจทย์ปัญหา เช่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถหาคำตอบวิธีจัดหนังสือที่แตกต่างกัน 10 เล่ม บนชั้นหนังสือได้ ซึ่งเป็นความรู้เดิมก่อนเรียนเรื่องแฟกทอเรียล จากนั้น แก้ปัญหาสถานการณ์เพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มแสดงวิธีการหาคำตอบของการแก้ปัญหากลับกับการหาค่าแฟกทอเรียลได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 1**  
**เรื่อง การคำนวณหาค่าของจำนวนที่อยู่ในรูปแฟกทอเรียล**

คำสั่ง หลังจากศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแฟกทอเรียล ภายในกลุ่มแล้ว จงช่วยกันคิดคำนวณหาคำตอบของโจทย์แต่ละข้อต่อไปนี้

1.  $\frac{3!}{7!}$

$$\frac{3!}{7!} = \frac{3!}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3!} = \frac{1}{840}$$

2.  $\frac{8!}{5!}$

$$\frac{8!}{5!} = \frac{8 \times 7 \times 6 \times 5!}{5!} = 336$$

3.  $8! - 4!$

$$\begin{aligned} 8! - 4! &= (8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) - (4 \times 3 \times 2 \times 1) \\ &= (40320) - (24) \\ &= 40296 \end{aligned}$$

4.  $(7!)(5!)$

$$\begin{aligned} (7!)(5!) &= (7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)(5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) \\ &= (5040)(120) \\ &= 604800 \end{aligned}$$

**ภาพที่ 6 บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องแฟกทอเรียล**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนสามารถหาค่าของแฟกทอเรียลได้จากการเล่นเกมบิงโก จากนั้นแก้ปัญหาสถานการณ์เพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มแสดงวิธีการหาคำตอบของการสร้างแฟกทอเรียลและการแก้สมการแฟกทอเรียล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

บัตรกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การสร้างแฟกทอเรียลและการแก้สมการแฟกทอเรียล

คำสั่ง จงช่วยกันหาคำตอบพร้อมแสดงเหตุผลประกอบ

1)  $9 \times 8 \times 7 \times 6$

$$\frac{9 \times 8 \times 7 \times 6}{5!} = \frac{9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5!}{5!} = \frac{9!}{5!}$$

(เพราะการคูณด้วย 5! และหารด้วย 5! มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่ง  
จะได้คูณและหารเข้าทำให้ค่าเท่าเดิม)

2)  $10 \times 11 \times 12 \times 13 \times 14 \times 15$

$$\frac{10 \times 11 \times 12 \times 13 \times 14 \times 15}{9!} = \frac{15 \times 14 \times 13 \times 12 \times 11 \times 10 \times 9!}{9!} = \frac{15!}{9!}$$

(เพราะการคูณด้วย 9! และหารด้วย 9! มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่ง  
จะได้คูณและหารเข้าทำให้ค่าเท่าเดิม)

3)  $(n-1)n(n+1)(n+2)$

$$\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{(n-2)!} = \frac{(n+2)(n+1)n(n-1)(n-2)!}{(n-2)!} = \frac{(n+2)!}{(n-2)!}$$

(เพราะการคูณด้วย  $(n-2)!$  และหารด้วย  $(n-2)!$  มีค่าเท่ากับ  
1 ซึ่งจะได้คูณและหารเข้าทำให้ค่าเท่าเดิม)

ภาพที่ 7 บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสร้างแฟกทอเรียลและการแก้สมการแฟกทอเรียล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีเรียงนักเรียน 3 คน ในแนวตรง และวิธีจัดหนังสือบนชั้น 5 เล่ม โดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับได้ จากนั้นแก้ปัญหาสถานการณ์เพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มแสดงวิธีการหาคำตอบของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวตรง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 3**  
**เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนว**

*Handwritten signature/initials*

คำสั่ง ให้นักเรียนแก้ไขข้อปัญหาต่อไปนี้

1. ธง 8 ผืน ผืนละ 1 สี นำมาผูกเป็นแถวยาวเพื่อทำเป็นสัญญาณธง จะทำได้กี่วิธี

สิ่งที่โจทย์ถาม ธง 8 ผืน ผืนละ 1 สี นำมาผูกเป็นแถวยาวเพื่อทำเป็นสัญญาณธง จะทำได้กี่วิธี  
สิ่งที่โจทย์กำหนด ธง 8 ผืน ผืนละ 1 สี ผูกเป็นแถวเป็นสัญญาณธง ได้ 8 วิธี  
วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ใช้กฎวิธี 3 ธงแรกมี 8 สี 2 ธงแรกมี 7 สี 3 ธงแรกมี 6 สี 4 ธงแรกมี 5 สี 5 ธงแรกมี 4 สี 6 ธงแรกมี 3 สี 7 ธงแรกมี 2 สี 8 ธงแรกมี 1 สี  
ดำเนินการแก้ปัญหา 8! วิธี  
$$= 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$
$$= 40,320$$
  
ขั้นตอนตรวจสอบ หาค่า 8! แล้วนำมาคูณกัน

2. จะสร้างจำนวนที่มีเลขโดด 5 หลัก จากเลขโดด 2,4,5,7,8 ได้ทั้งหมดกี่จำนวนโดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน

สิ่งที่โจทย์ถาม จะสร้างจำนวนที่มีเลขโดด 5 หลัก จากเลขโดด 2,4,5,7,8 ได้ทั้งหมดกี่จำนวนโดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน  
สิ่งที่โจทย์กำหนด เลขโดด 5 หลัก จาก 2,4,5,7,8 โดยใช้เลขโดดไม่ซ้ำกัน  
วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ใช้กฎวิธี 3 เลขแรกมี 5 หลัก 2 เลขแรกมี 4 หลัก 3 เลขแรกมี 3 หลัก 4 เลขแรกมี 2 หลัก 5 เลขแรกมี 1 หลัก  
ดำเนินการแก้ปัญหา 5! วิธี  
$$= 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$
$$= 120$$
  
ขั้นตอนตรวจสอบ (ใช้ใจหรือคิด)

3. จะมีวิธีจัดโต๊ะหมู่ 6 คน นั่งเรียงแถวเพื่อถ่ายรูปได้กี่วิธี ถ้ามีหญิง 2 คน ต้องการนั่งติดกันเสมอ

สิ่งที่โจทย์ถาม จะมีวิธีจัดโต๊ะหมู่ 6 คน นั่งเรียงแถวเพื่อถ่ายรูปได้กี่วิธี ถ้ามีหญิง 2 คน ต้องการนั่งติดกันเสมอ  
สิ่งที่โจทย์กำหนด โต๊ะหมู่ 6 คน นั่งเรียงแถวเพื่อถ่ายรูปได้ 6! วิธี  
วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ใช้กฎวิธี 3 หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ (เป็น 1 คน) 4 คนที่เหลือมี 4! วิธี  
ดำเนินการแก้ปัญหา 4! วิธี  
$$= 4! \times 2! = 24 \times 2 = 48 \text{ วิธี}$$
  
ขั้นตอนตรวจสอบ (ตรวจสอบคำตอบ)

ภาพที่ 8 บัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวตรง

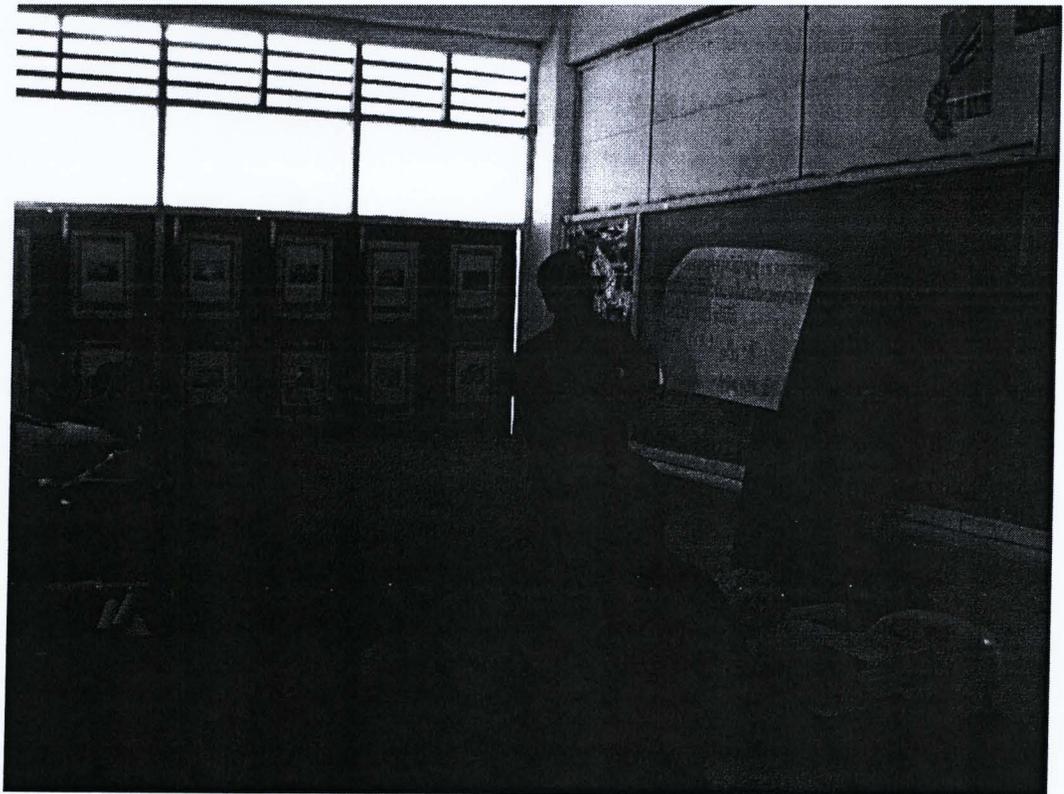


### 3.2.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักการคิดและให้เหตุผล โดยผู้วิจัยสอดแทรกกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ขึ้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น เช่น “ผู้วิจัยถามนักเรียนว่าทำไมถึงคูณด้วย และหารด้วย 9! มีค่าเหมือนเดิม” นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเป็นการคูณด้วย 1 จึงทำให้มีค่าเท่าเดิม ในวงจรปฏิบัติการนี้การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผลยังไม่ชัดเจน เพราะเป็นความรู้ในเรื่องที่ค่อนข้างง่าย

### 3.2.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาและการแก้ปัญหา วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรง แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนมีทักษะการนำเสนอแต่มีความเขินอายในการนำเสนอ อ่านจากกระดาษที่นำเสนอ ขาดความกระชับ ชัดเจน และยังไม่ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการนำเสนอวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง

### 3.2.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานเดิมเชื่อมโยงกับความรู้เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เช่น

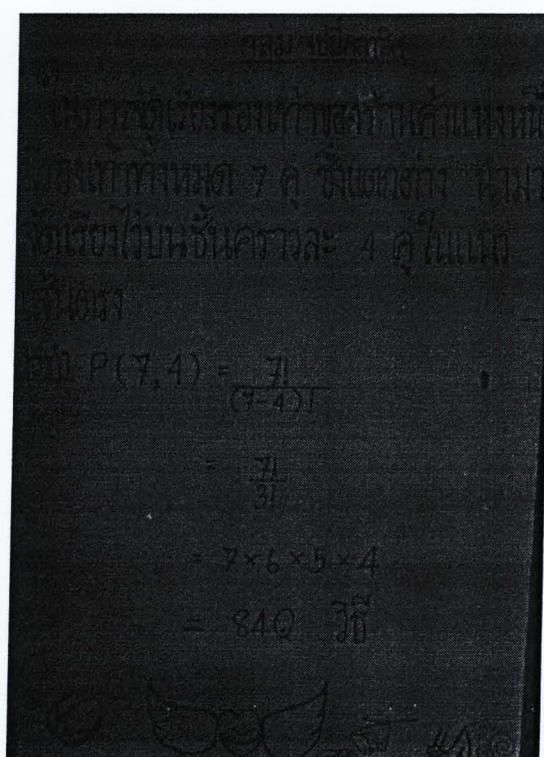
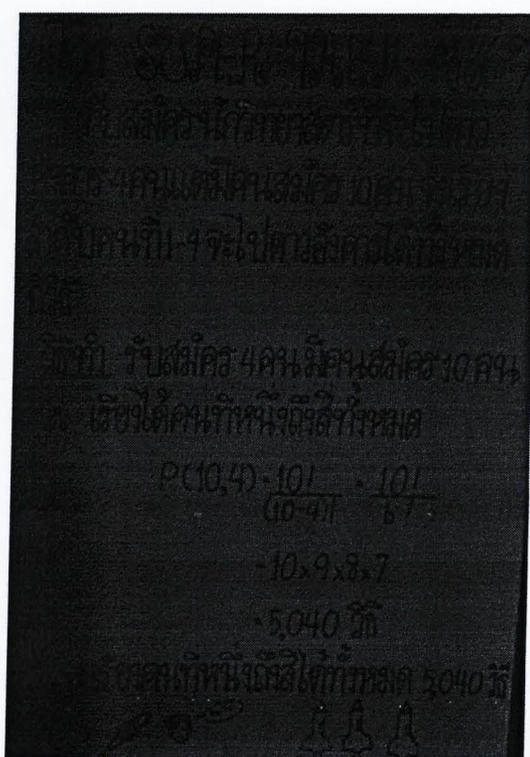
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนใช้การสังเกตวิธีการหาคำตอบจากตัวอย่าง เช่น วิธีจัดนักเรียน 5 คน นั่งเก้าอี้ 5 ตัว วิธีจัดหนังสือที่แตกต่างกัน 10 เล่ม โดยเชื่อมโยงความรู้เรื่องกฎเกณฑ์เบื้องต้นของการนับไปสู่ความเรียงแฟกทอเรียล นักเรียนสามารถบอกนิยามของแฟกทอเรียลอย่างคร่าว ๆ ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนใช้ความรู้เรื่องแฟกทอเรียล เชื่อมโยงไปสู่การหาจำนวนวิธีจัดเรียงสิ่งของ  $n$  สิ่ง เช่น เรียงแถวนักเรียน จำนวน 3 คน ได้  $3!$  วิธี จัดหนังสือบนชั้น 5 เล่ม ได้  $5!$  วิธี พบว่านักเรียนสามารถบอกนิยามการหาจำนวนวิธีจัดเรียงสิ่งของ  $n$  สิ่ง จากตัวอย่างได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนใช้การสังเกตวิธีการหาคำตอบจากตัวอย่าง โดยเชื่อมโยงความรู้เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวเส้นตรงนำไปสู่วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรง ตัวอย่างคำถามแล้วนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ เช่น จัดนักเรียน 5 คน นั่งเก้าอี้เป็นแถว 3 ตัว ได้  $5! / 2!$  วิธี จัดหนังสือ 9 เล่มที่แตกต่างกัน บนชั้นหนังสือเดียวกันซึ่งมีที่ว่าง 6 ที่ ได้  $9! / 3!$  วิธี พบว่านักเรียนสามารถบอกนิยามวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรงอย่างคร่าว ๆ ได้ แล้วครูปรับปรุงประเด็นการสรุปของนักเรียนเพิ่มเติม

### 3.2.5 การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอความคิดของตนเองอย่างอิสระโดยให้นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาและการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำได้อย่างหลากหลายและถูกต้อง เช่น การจัดของขวัญบนชั้นวางของ นักเรียนยืนต่อแถวซื้ออาหาร การจัดตำแหน่งในห้องเรียน การจัดนักวิทยาศาสตร์ที่จะได้ไปดาวอังคาร การเรียงผลไม้หน้าร้าน ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 11 การสร้างโจทย์ปัญหาและการแก้ปัญหาวีธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกัน  
 ทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวเส้นตรง

### 3.3 การสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD และใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 3.3.1 การสังเกตของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนยังไม่กล้าแสดงออก มีนักเรียนบางส่วนที่เสนอแนะและตัดสินใจในการทำงานกลุ่ม การแนะนำเพื่อนและการอธิบายไม่เป็นกิจจะลักษณะเป็นลักษณะที่เล่นที่จริง ผู้วิจัยก็ได้เสนอแนะให้ช่วยเหลือกันอย่างจริงจัง การสรุปและแสดงความคิดเห็นนักเรียนเก่งจะสรุปได้ในบางส่วน แต่นักเรียนปานกลางและนักเรียนอ่อนยังไม่กล้าตอบคำถามผู้วิจัยและสรุปไม่ได้ นักเรียนบางคนพูดคุยเสียงดังรบกวนเพื่อนคนอื่น ผู้วิจัยได้เสนอแนะให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงาน

#### 3.3.2 การสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่าในระหว่างทำการสอนผู้วิจัยให้ความสนใจกับรูปแบบการสอนมากเกินไป มีความวิตกกังวลว่าจะปฏิบัติไม่ครบตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ดังนั้นขณะที่ทำการสอนจึงไม่ไหลลื่นเท่าที่ควร ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ชั้นสรุปมีการใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ติดตามและกล้าแสดงออก ดึงดูดความสนใจของนักเรียนโดยใช้บัตรคำถาม เกมบิงโก และใช้เทคนิคถาม-ตอบ กระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม สรุปเนื้อหาการเรียน ในชั้นศึกษากลุ่มย่อยผู้วิจัยเดินดูทุกกลุ่มเพื่อช่วยเหลือเมื่อเกิดข้อสงสัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมมาก นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนบางคนพูดคุยเสียงดังรบกวนเพื่อนคนอื่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากผู้วิจัยใช้เทคนิคการเล่นเป็นตัวละครกระตุ้นให้นักเรียนสนใจนั้นคือการเล่นเกมบิงโก และการออกมานำเสนอล่าช้า ขาดความมั่นใจไม่กล้าแสดงออก

#### 3.3.3 การสัมภาษณ์นักเรียน

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนยังไม่อยากจัดโต๊ะเป็นกลุ่มเพราะเคยเรียนแต่แบบรายบุคคล ก็แค่เป็นการเรียนแบบกลุ่ม การจัดการเรียนก็ไม่มีบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม ให้นักเรียนในกลุ่มสามารถช่วยเหลือกัน ได้ร่วมกันคิดยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน เวลาที่ใช้เรียนน่าจะเป็นคาบที่ต่อเนื่องกันหรือ

ประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที ความคิดเห็นของนักเรียนต่อผู้วิจัย คือมีความเป็นกันเองและเข้าใจ อธิบายให้นักเรียนดีมาก

### 3.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ไขและนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ดังนี้

ตารางที่ 8 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรที่ 1 และแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
<b>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</b>	
1. ผู้วิจัยมีความกังวลเกี่ยวกับขั้นตอน และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการ	1. ผู้วิจัยต้องมีการเตรียมกิจกรรมต่างๆ ให้พร้อมและเตรียมตัวเอง
<b>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น</b>	
2. ผู้วิจัยเสียงเบาและพูดเร็วเกินไป	2. เพิ่มระดับเสียงเพื่อให้ นักเรียนได้ยินทั่วถึง พยายามพูดให้ช้าลง
3. ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมากเกินไปกว่าที่กำหนด	3. พยายามควบคุมเวลา ให้เป็นไปตามแผน
<b>ขั้นสรุป</b>	
4. นักเรียนสรุปเนื้อหาสลับไปสลับมา ไม่ครบถ้วน	4. ผู้วิจัยช่วยนักเรียนสรุปในสิ่งที่นักเรียนสรุปไม่ครบ และสรุปย้ำเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น
<b>ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย</b>	
5. นักเรียนเก่งมีบทบาทในการเรียนรู้ มาก แต่การช่วยเหลือกันมีน้อย	5. ผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของสมาชิก ภายในกลุ่มจะประสบความสำเร็จทุกคนต้องช่วยเหลือกัน โดยเฉพาะนักเรียนเก่งต้องช่วยเหลือให้ คำปรึกษาแก่เพื่อนสมาชิกให้ตั้งใจเรียนและเข้าใจ ก่อนทำบัตรกิจกรรม

ตารางที่ 8 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรที่ 1 และแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
6. ในการทำบัตรกิจกรรม นักเรียนเก่งส่วนใหญ่ทำเสร็จทันเวลา และเพื่อให้กลุ่มทำงานส่งเร็วจึงให้เพื่อนลอกคำตอบ	6. ผู้วิจัยให้คำแนะนำในการปฏิบัติตน เน้นบทบาทที่นักเรียนเก่งและทุกคนในกลุ่มต้องช่วยกันอธิบายให้เพื่อนฟังให้เข้าใจก่อนลงมือทำบัตรกิจกรรม
7. นักเรียนปานกลางและนักเรียนอ่อนไม่กล้าแสดงออก	7. ผู้วิจัยควรกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามนำเพื่อเร้าให้นักเรียนตอบสนอง รวมทั้งมีการเสริมแรงโดยให้คำชมเชย และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและร่วมกันอภิปรายเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น
8. การรายงานหน้าชั้นเรียน นักเรียนจะใช้วิธีการอ่านจากบัตรกิจกรรม เพื่อนในห้องไม่สนใจฟังขณะที่เพื่อนนำเสนอ	8. นักเรียนที่นำเสนอไม่ให้อ่านบัตรกิจกรรมเพียงอย่างเดียว ให้มีการสบตากับผู้ฟังบ้าง ควรมีวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย และผู้วิจัยเดินสำรวจรอบ ๆ ห้องเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนรายงาน
<b>ขั้นการทดสอบย่อย</b>	
9. นักเรียนพยายามที่จะลอกคำตอบของเพื่อนและถามกัน	9. ผู้วิจัยกล่าวตักเตือนและอธิบายถึงมารยาทในการสอบ
<b>ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง</b>	
-	-
<b>ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง</b>	
-	-



#### 4. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2

4.1 ผลการปฏิบัติตามรูปแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีรายละเอียดในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมจากการสังเกตและบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

##### 4.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อมและสร้างความสนใจในการเรียน โดย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นวงกลมชนิด 2 มิติ ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และสุ่มนักเรียน 4 คน ออกมาหน้าห้องให้จัดเรียงแบบเส้นตรง นักเรียนตื่นเต็นที่ได้มาเป็นตัวแทนในการเรียงแถวตรง และเพื่อนในห้องสนุกสนานในการจัดสลับการเรียงของตัวแทน จนได้จำนวนวิธีในการจัดเรียงที่แตกต่างกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ ทบทวนความรู้เดิมโดยการถามตอบวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของทั้งหมดที่แตกต่างกันแบบวงกลมชนิด 2 มิติ ส่วนใหญ่นักเรียนที่กล้าแสดงออกจะเป็นคนตอบคำถาม จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนประเภทวิธีเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลม ชนิด 3 มิติ ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลมชนิด 2 มิติ นักเรียนสับสนในการใช้สูตรหาคำตอบ ครูต้องทบทวนอีกครั้งนักเรียนจึงสามารถหาคำตอบได้

##### 4.1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเสนอบทเรียนที่จะเรียนในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ให้นักเรียนตัวแทน 4 คนยืนเรียงเป็นวงกลมโดยเรียงลำดับตามชอบใจ จากนั้นให้นักเรียนทั้ง 4 คน จัดเรียงลำดับวิธีอื่น ๆ ที่ไม่ซ้ำกับแบบเดิมอีกประมาณ 3 วิธี โดยนักเรียนที่เหลือสังเกตและบันทึกวิธีต่าง เพื่อเชื่อมโยงความรู้จัดเรียงแบบเส้นตรงไปสู่การจัดเรียงแบบวงกลม หลังจากนั้นครูจัดเรียงคุ่มแม่เหล็ก 3 ลูกสีต่างกัน บนกระดานแม่เหล็กแบบวงกลมให้นักเรียนทุกคนพิจารณาว่า หลังจากเปลี่ยนตำแหน่งโดยการหมุนไปพร้อมๆ กันและเปลี่ยนตำแหน่งโดยไม่ใช้การหมุนไปพร้อมๆ กันแล้วการจัดเรียงลำดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ พบว่านักเรียนทุกคนเกิดความสนุกสนานและสนใจในการจัดการเรียนเป็นอย่างดีเพราะมี

เพื่อนมามีส่วนร่วมในการจัดเรียงแถว และนักเรียนทุกคนสามารถบอกได้ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งโดยการหมุนไปพร้อม ๆ กันของคุณแม่เหล็ก 3 ลูก แบบวงกลม นั้นการจัดเรียงลำดับไม่เปลี่ยนไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนตอบคำถาม “ถ้ามีของ 5 สิ่งที่แตกต่างกัน ต้องการนำมาเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม ชนิด 2 มิติเพียง 3 สิ่ง จะได้จำนวนวิธี” ตามประเด็นที่ผู้วิจัยตั้งไว้ พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้และเชื่อมโยงวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง แบบวงกลมชนิด 2 มิติ ไปสู่วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง แบบวงกลมชนิด 2 มิติ ได้ โดยนักเรียนเองจะสามารถทำความเข้าใจได้ก่อนและช่วยอธิบายให้เพื่อนเพิ่มเติม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ให้นักเรียนบอกวิธีการเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลมที่เคยพบมีอะไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาพวงกุญแจห้อยด้วยตัวอักษร A, B, C, D ผู้วิจัยถามนักเรียนว่า ถ้าเรามองแบบ 3 มิติ คือมองทางด้านหน้าและด้านหลังทั้ง 6 วิธีนั้นจะมีวิธีที่ซ้ำกันหรือแตกต่างกันอย่างไร พบว่านักเรียนทุกคนในห้องร่วมกันหาคำตอบว่าการวิธีการเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลมที่เคยพบมีอะไรบ้าง และสามารถหาคำตอบการร้อยพวงกุญแจห้อยด้วยตัวอักษร A, B, C, D จะมี 3 วิธีที่แตกต่างกัน

#### 4.1.3 ขั้นสรุป

ในขั้นสรุปวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-7 นี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นโดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่แล้วผู้วิจัยเขียนข้อสรุปบนกระดาน ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนมีการอภิปรายพูดคุยกันช่วยเหลือกันมากขึ้นเนื่องจากในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาค่อนข้างยาก ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามนำไปสู่การสรุปเนื้อหาให้ครบถ้วน

#### 4.1.4 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย

ขั้นการศึกษากลุ่มย่อยในวงจรปฏิบัติการนี้ หลังจากเรียนบทเรียนทั้งชั้นแล้วตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับบัตรเนื้อหา ศึกษาจนเข้าใจแล้วตัวแทนรับบัตรกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้นี้ค่อนข้างง่ายสำหรับนักเรียนเนื่องจากคล้ายกับเรื่องการจัดเรียงแบบเส้นตรงที่เคยเรียนมาแล้ว พบว่านักเรียนในแต่ละกลุ่มเข้าใจเนื้อหาเร็วขึ้น ทำให้บางกลุ่มเสียงดัง พูดคุยหยอกล้อกัน บางคนเดินไปเล่นยังกลุ่มอ่อนเพื่อรอทำบัตรกิจกรรม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรเนื้อหาเข้าใจแล้ว ทุกกลุ่มเริ่มทำบัตรกิจกรรม พบว่านักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน มีส่วนร่วมในการหาคำตอบของบัตรกิจกรรม เข้าใจบทบาทของตนเองทำให้เกิดความภูมิใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สำหรับเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ก่อนข้างยาก สำหรับนักเรียน ดังนั้น แต่ละกลุ่มจึงใช้เวลาสำหรับการศึกษาเนื้อหา บางกลุ่มนักเรียนเก่งอธิบายให้เพื่อนฟังแต่เพื่อนยังไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงต้องแนะแนวทางเพิ่มเติมให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนนำเสนอผลงานโดยทำลงในกระดาษปฐพีอธิบายหน้าชั้นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สำหรับเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ก่อนข้างยาก สำหรับนักเรียน ดังนั้น แต่ละกลุ่มจึงใช้เวลาสำหรับการศึกษาเนื้อหา บางกลุ่มนักเรียนเก่งอธิบายให้เพื่อนฟังแต่เพื่อนยังไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงต้องแนะแนวทางเพิ่มเติมให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

เมื่อนักเรียนทำบัตรกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม โดยนักเรียนตัวแทนออกมาจับบัตรเฉลย ถ้าทำผิดข้อไหนให้สมาชิกศึกษาข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจ

#### 4.1.5 ขั้นตอนการทดสอบย่อย

หลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ (60 คะแนน) และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ (40 คะแนน) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ปรากฏผลดังนี้

#### ตารางที่ 9 ผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 2

จำนวนนักเรียน	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ทั้งหมด	41	70	82	46	63.17	63.17	13	31.71

จากตารางที่ 9 พบว่า ผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน คะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 70 คะแนน ได้คะแนนสูงสุด 82 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 46 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 63.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.17 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 31.71 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

#### 4.1.6 ขั้นตอนการคิดคะแนนการพัฒนาค้นเอง

การคิดคะแนนการพัฒนาค้นเอง โดยหาผลต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 กับคะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วไปหาค่าคะแนน

การพัฒนาตนเองของแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 10 คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มทำวงจรปฏิบัติการที่ 2

กลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	คะแนนเฉลี่ยกลุ่ม
A	Dropdet	10
B	Super Team ชิมิ ๆ	7.5
C	Freedom	5
D	ซ็อก โกลีต	16
E	ฮูวีฮู	12.5
F	ยูคลิด	20
G	Baby จัมป๊ะ	10
H	จ๊อบบี้ คลาสสิก	5
I	Art Art ตี๋บ ๆ	2.5
J	Math very easy	2.5

#### 4.1.7 ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

เมื่อคิดคะแนนการพัฒนาตนเองในทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการยกย่องอยู่ในระดับระดับเก่งมากมี 2 กลุ่ม คือกลุ่มซ็อก โกลีต และกลุ่มยูคลิด กลุ่มเก่งมี 3 กลุ่ม คือกลุ่ม Dropdet กลุ่มฮูวีฮู และกลุ่มBaby จัมป๊ะ

#### 4.2 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ทั้ง 5 ทักษะ ดังที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดดังต่อไปนี้

## 4.2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-7 พบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง ใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่เคยพบมา พบว่านักเรียนแก้ปัญหามีขั้นตอนและสามารถหาคำตอบได้ เช่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนสามารถหาคำตอบวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบวงกลมชนิด 2 มิติ ได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 5**

วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบวงกลมชนิด 2 มิติ

คำสั่ง จงช่วยกันคิดคำนวณหาคำตอบของโจทย์แต่ละข้อต่อไปนี้

1. มีคน 8 คน ในจำนวนนี้มีชาย ก, ข และ ค รวมอยู่ด้วย จัดคนทั้งหมดขึ้นเป็นวงกลมได้กี่วิธี

เมื่อ

1) ไม่มองชายใด

2) ก, ข, ค ขึ้นคิดกัน

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{กรณีที่ 1} \quad & \text{มีชาย ก, ข และ ค ขึ้นเป็นวงกลม} \\ & \text{จึงจัดคน 5 คน ขึ้นเป็นวงกลมได้} \\ & (5-1)! = 2 \cdot 4! \\ & = 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \\ & = 5040 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

กรณีที่ 2

$$\begin{aligned} & \text{จัดชาย ก, ข และ ค ขึ้นคิดกันก่อน 1 คน} \\ & \text{ดังนั้น คน 5 คน จึงเหลือคน 6 คน} \\ & \text{จึงจัดเป็นวงกลมได้} \quad (6-1)! = 5! \\ & = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \\ & = 120 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{เมื่อรวมวิธีที่ 1 และ 2} \quad \text{จะได้ } 5040 + 120 = 5160 \text{ วิธี} \\ & 3 \times 2 \times 1 = 6 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ดังนั้น ก, ข, ค ขึ้นคิดกันได้} \quad 120 \times 6 = 720 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

ภาพที่ 12 บัตรกิจกรรมที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบวงกลม ชนิด 2 มิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนสามารถหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 6 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ**

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. ในงานสังสรรค์ครั้งหนึ่ง มีผู้มาในงานนี้ 15 คน จะจัดให้เล่นเกมเก้าอี้คนตรี ซึ่งจัดเก้าอี้เป็นวงกลม 10 ตัว จะมีวิธีการนั่งเก้าอี้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ ผู้มาในงาน 15 คน

จัดเก้าอี้เป็นวงกลม 10 ตัว

$$\frac{P(15, 10)}{10} = \frac{15!}{10(15-10)!}$$

$$= \frac{15!}{10(5)!}$$

$$= \frac{15!}{10 \times 5!}$$

$$= 15 \times 14 \times 13 \times 12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5!$$

$$10 \times 5!$$

$$= 10,897,286,400 \text{ วิธี}$$

2. มีกระถางไม้ประดับชนิดต่างๆกัน 12 ชนิด ชนิดละ 1 กระถาง ถ้านำมาวางรอบเสาช้าง 8 กระถาง จะมีวิธีจัดวางทั้งหมดกี่วิธี

กำหนดไม้ประดับต่างๆ กัน 12 ชนิด

นำมากองรอบเสาช้าง 8 กระถาง

$$\frac{P(12, 8)}{8} = \frac{12!}{8(12-8)!} = \frac{12!}{8(4)!}$$

$$= \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4!}{8 \times 4!}$$

$$= 2,494,800 \text{ วิธี}$$

ภาพที่ 13 บัตรกิจกรรมที่ 6 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลม ชนิด 3 มิติ ได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

### G. Baby อิมม์:

บัตรกิจกรรมที่ 7  
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลม ชนิด 3 มิติ

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. มีลูกปัดสีแตกต่างกัน 4 ลูก ในจำนวนนี้มีสีแดงและเหลืองอยู่ด้วย นำลูกปัดทั้งหมดมาร้อยเป็นสร้อยข้อมือ จะได้สร้อยข้อมือที่แตกต่างกันทั้งหมดกี่เส้นเมื่อสีแดงอยู่ติดกับสีเหลือง พร้อมเขียนภาพประกอบ

ลูกปัดสี 1 ลูกต่างกัน 5 ลูก หักกับสีแดงหรือเหลืองหรือสีอื่น  
อันนั้นจะได้สร้อยข้อมือที่แตกต่างกันทั้งหมด  $(5-1)!$

$$\frac{4!}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ อัน}$$

สีส้มหรือสีฟ้า 11 ลูกด้วยกันสีเหลือง  
สีน้ำเงินหรือสีฟ้า 11 ลูกด้วยกันสีเหลือง 6 ลูก  
อันนั้นรวม 3 ลูก สีอื่นอันรวม 4 ลูก

ของ 4 ลูก เมื่อสีแดงหรือสีอื่น  $(4-1)!$

$$\frac{3!}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ อัน}$$

สีน้ำเงินหรือสีฟ้า 11 ลูกด้วยกันสีเหลือง 2! = 2 อัน

อันนั้นจะได้สร้อยข้อมือที่แตกต่างกันทั้งหมดจากที่กัน  $3 \times 2 = 6$  เส้น

ภาพที่ 14 บัตรกิจกรรมที่ 7 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลม ชนิด 3 มิติ

#### 4.2.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักการคิดและให้เหตุผล โดยผู้วิจัย สอดแทรกกิจกรรม เช่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ในขั้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น “ผู้วิจัยจัดเรียงคูปองแม่เหล็ก 3 ลูกสีต่างกัน บนกระดานแม่เหล็กแบบวงกลมให้นักเรียนทุกคนพิจารณาว่า หลังจากเปลี่ยนตำแหน่งโดยการหมุนไปพร้อม ๆ กันและเปลี่ยนตำแหน่งโดยไม่ใช้การหมุนไปพร้อมกัน ๆ แล้วการจัดเรียงลำดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร ”พบว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งโดยการหมุนไปพร้อม ๆ กันของคุณแม่เหล็ก 3 ลูก แบบวงกลม นั้นการจัดเรียงลำดับไม่เปลี่ยนไป เนื่องจากไม่มีตำแหน่งที่เป็นหัวแถว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ในขั้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาว่า “ถ้าเรามองแบบ 3 มิติ คือมองทางด้านหน้าและด้านหลังของการเรียงแบบวงกลมชนิด 2 มิติ นั้นจะมีวิธีที่ซ้ำกันหรือแตกต่างกันอย่างไร” นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่า มีวิธีซ้ำกันเป็นคู่คือถ้าเรียงแบบ 2 มิติ 2 วิธี จะเรียงแบบ 3 มิติ ได้ 1 วิธีที่ไม่แตกต่างกัน

#### 4.2.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ เป็นการฝึกทักษะให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสร้างตาราง แผนภูมิความคิด หรือข้อความ เช่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาและการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง มาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง แบบวงกลมชนิด 2 มิติ แล้วนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

#### 4.2.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานเดิมเชื่อมโยงกับความรู้เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เช่น

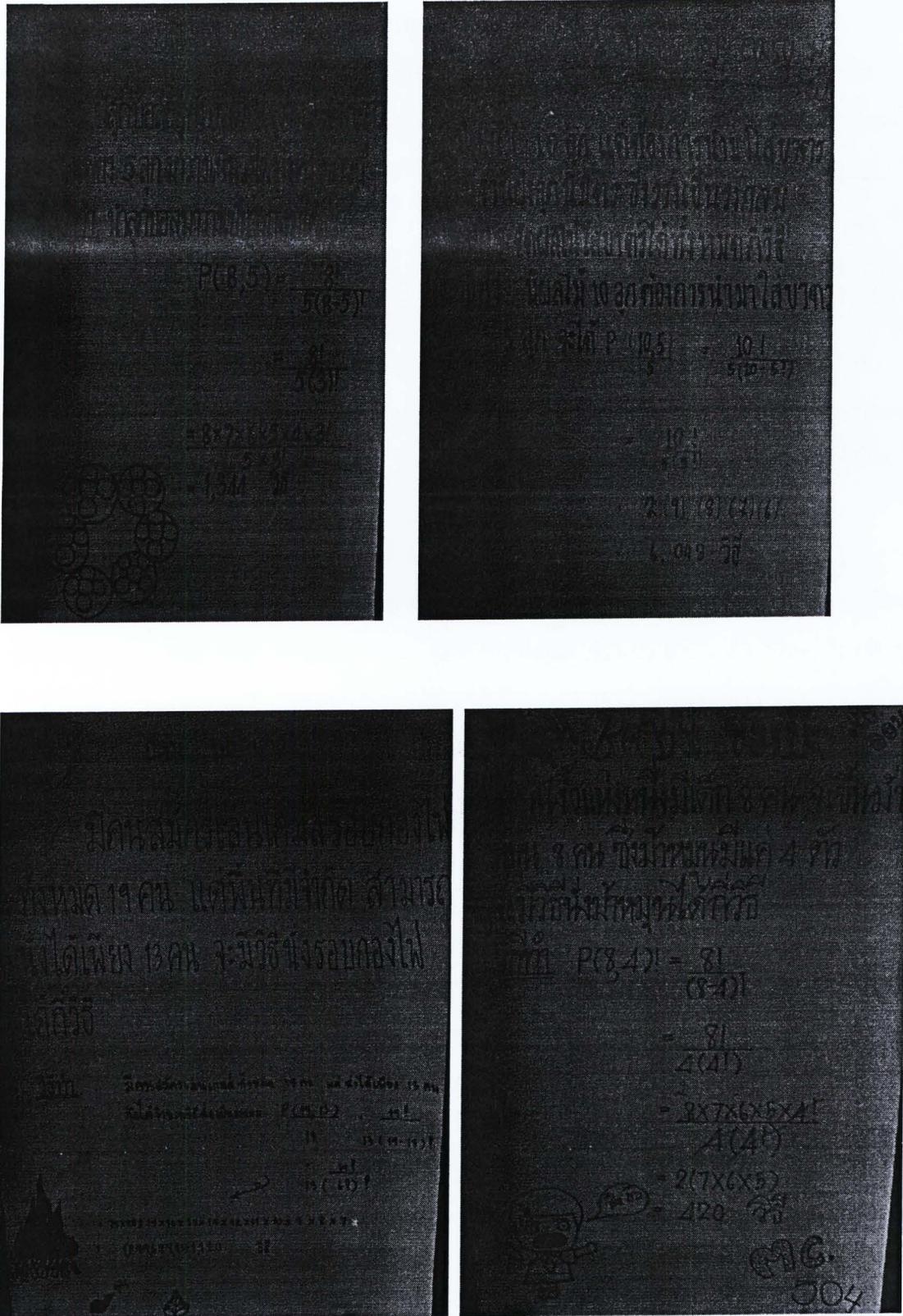
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนใช้การสังเกตวิธีการหาคำตอบจากตัวอย่าง เช่น วิธีการจัดเรียงสิ่งของ 4 สิ่ง แบบเส้นตรง ได้  $4!$  วิธี ถ้าเรียงแบบวงกลม ชนิด 2 มิติ จะได้  $3!$  วิธี แล้วนักเรียนสามารถสรุปการเขียนคำตอบวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบวงกลมชนิด 2 มิติ โดยเชื่อมโยงความรู้มาจากเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบเส้นตรงได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนใช้ความรู้เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง ในแนวตรง นำไปสรุปกฎของวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ เช่น ถ้ามีของ 5 สิ่งที่แตกต่างกัน ต้องการนำมาเรียงสับเปลี่ยนในแนวตรงเพียง 3 สิ่ง จะได้  $P(5,3)$  วิธี ถ้านำมาเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม ชนิด 2 มิติ จะได้  $\frac{P(5,3)}{r}$  วิธี พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบและบอกกฎอย่างคร่าว ๆ ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผู้วิจัยให้นักเรียนเปรียบเทียบวิธีจัดสิ่งของ 4 สิ่ง แบบวงกลม 2 มิติ กับวิธีจัดสิ่งของ 4 สิ่งแบบวงกลม 3 มิติ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร พบว่านักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีได้จากการนำจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบวงกลมชนิด 2 มิติ หาคำด้วย 2

#### 4.2.5 การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอความคิดของตนเองอย่างอิสระโดยให้นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์และวิธีการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำได้อย่างหลากหลายและถูกต้อง เช่น การเรียงก้อนหินรอบกระถางต้นไม้ การนำผลไม้ใส่บาตรงานฝังลูกนิมิต การเล่นเกมช้อนผ้า นักเรียนเลือกเล่นชิงช้าสวรรค์ การเล่นเกมกินวัว การวางลูกบอลเป็นวงกลม ลูกเสี้ยนตรนารียื่นรอบเสาธง การเล่นเกมกองไฟ การเล่นเกมหมูน ค้างคาวอย่าง



ภาพที่ 15 การสร้างโจทย์และวิธีการแก้ปัญหาวีธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง นำมาจัดคราวละ  $r$  สิ่ง เป็นวงกลม ชนิด 2 มิติ

#### 4.3 การสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากการดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD และใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

##### 4.3.1 การสังเกตของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนเก่งกล้าที่จะแสดงออกกล้าตอบคำถามของผู้วิจัย การสรุปและแสดงความคิดเห็นนักเรียนจะช่วยกันอภิปรายและสรุปโดยนักเรียนเก่ง ปานกลาง จะช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ทุกกลุ่มตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรม การนำเสนอผลงานจะเป็นนักเรียนเก่งนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

##### 4.3.2 การสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่าในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน นำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ชั้นสรุป ผู้วิจัยบอกเรื่องที่จะเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการใช้สื่อ เทคนิคการถาม-ตอบ ได้รับความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและกระตุ้นให้นักเรียนสรุปเนื้อหาเอง ในชั้นศึกษากลุ่มย่อยผู้วิจัยเดินดูทุกกลุ่มเพื่อช่วยเหลือเมื่อเกิดข้อสงสัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนด้วยความเต็มใจ รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น นักเรียนมีความสามัคคีในกลุ่ม มีการปรึกษาหารือกันในแต่ละกลุ่ม มีโอกาสอธิบายและช่วยกันในการแก้ปัญหา

##### 4.3.3 การสัมภาษณ์นักเรียน

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนบอกว่าการจัดการเรียนดี มีบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย ให้นักเรียนทบทวน นักเรียนส่วนใหญ่บอกว่าการเรียนแบบกลุ่มนี้ดีมากจะได้อาสาช่วยเหลือกัน ได้มีการอธิบายให้เพื่อนฟังจนเกิดความเข้าใจ มีความสัมพันธ์กับเพื่อนและสนิทกันมากขึ้น เกิดความสนุกสนาน ไม่มีความกดดันเนื่องจากมีทั้งเพื่อนและผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำ เนื้อหาในการเรียนอยู่ในระดับกำลังพอดี ไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป เวลาที่ใช้มีความเหมาะสม ความคิดเห็นของนักเรียนต่อผู้วิจัย คือมีความเป็นกันเองและเข้าใจอธิบายให้นักเรียนดีมาก ใจดีเกินไปอยากให้เข้มงวดบ้าง

#### 4.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ไขและนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป ดังนี้

#### ตารางที่ 11 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
<p><b>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</b></p> <p>-</p>	-
<p><b>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น</b></p> <p>-</p>	-
<p><b>ขั้นสรุป</b></p> <p>1. การสรุปบทเรียน ส่วนใหญ่จะมาจาก การคิดของนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่ม ปานกลาง</p>	<p>1. ผู้วิจัยชี้แจงการแบ่งหน้าที่บทบาทของตนต่อการ เรียนรู้ ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน</p>
<p><b>ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย</b></p> <p>2. ผู้วิจัยชี้แจงกิจกรรมในระหว่างที่ นักเรียนร่วมกันศึกษากลุ่มย่อย ทำให้นักเรียนเสียสมาธิ</p> <p>3. นักเรียนอ่อนไม่กล้าถามเพื่อนในกลุ่ม หรือถามครู</p>	<p>2. ผู้วิจัยควรพูดแนะนำการทำกิจกรรมก่อนที่นักเรียน จะแยกกลุ่ม แล้วเดินสำรวจการทำกิจกรรมกลุ่ม พร้อมให้คำแนะนำในกลุ่มย่อยแทน</p> <p>3. ผู้วิจัยให้คำแนะนำ ชี้แนะ ปรับปรุงพฤติกรรมในการเรียน เน้นให้เพื่อนในกลุ่มทุกคนช่วยเหลือกันให้ เพื่อนทุกคนเข้าใจก่อนทำบัตรกิจกรรม เน้นให้นักเรียนอ่อนมีบทบาทในการร่วมกิจกรรม มีการ พูดคุย สนทนา ชักถาม ให้ครอบคลุมทั้งชั้นเรียน</p>
<p>4. นักเรียนบางกลุ่มทำบัตรกิจกรรมไม่ทันเวลา</p>	<p>4. ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนรู้จักบริหารเวลา มีความ ตั้งใจช่วยเหลือกัน</p>
<p>5. นักเรียนบางกลุ่มเกิดความเครียดในการทำคะแนนกลุ่ม เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มขาดเรียน</p>	<p>5. ผู้วิจัยอธิบายถึงผลเสียของความเครียด และแนะนำให้สมาชิกในกลุ่มได้ติดตามเพื่อนที่ขาดเรียนบอกราย มาเรียนตามปกติ</p>

ตารางที่ 11 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ขั้นการทดสอบย่อย	-
ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง	-
ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง	-

## 5. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3

5.1 ผลการปฏิบัติตามรูปแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีรายละเอียดในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมจากการสังเกตและบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 5.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อมและสร้างความสนใจในการเรียน โดย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวเส้นตรง นักเรียนหาจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนในแนวตรงของการสลับอักษร A, B, C แล้วให้นักเรียนตัวแทนเขียนคำตอบบนกระดาน นักเรียนมีอาการตื่นเต้นและประหม่าในการเขียนกระดานเพื่อนในห้องเป็นผู้บอกวิธีการสลับอักษร มีการปรึกษาหารือช่วยกันหาคำตอบ และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการแบ่งกลุ่ม นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวเส้นตรง นักเรียนบางคนไม่สนใจหาคำตอบเพราะถามเป็นภาพรวมในห้อง จากนั้นให้นักเรียนทบทวน กฎข้อที่ 9 โดยครูเน้นถามคนที่ไม่สนใจตอบคำถามในการตอบโจทย์ปัญหา และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันแบบวงกลม ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้นักเรียนตอบคำถามโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวตรงและกฎการแบ่งกลุ่ม โดยเป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องใกล้ตัว

นักเรียน เช่น นำตัวอักษรในคำว่า KHONKAEN มาสลับทำให้เกิดคำใหม่ได้ทั้งหมดกี่คำ ทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการหาคำตอบ

### 5.1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเสนอบทเรียนที่จะเรียนในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ให้นักเรียนหาคำตอบของจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนอักษร 3 ตัว คือ M, M, C โดยไม่ซ้ำกัน พร้อมเขียนคำตอบในรูปแฟกทอเรียล และนักเรียนพิจารณาวิธีสลับอักษรในคำว่า ELEMENT ซึ่งมีอักษร E ซ้ำกัน 3 ตัว โดยใช้กระบวนการเดียวกันกับตัวอย่างแรก พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถตอบได้ว่ามีจำนวน 3 วิธี และการเขียนคำตอบในรูปแฟกทอเรียล นักเรียนเก่งและปานกลางสามารถหาได้ จากนั้นช่วยอธิบายให้นักเรียนอ่อนเข้าใจเพิ่มเติม และนักเรียนส่วนใหญ่หาคำตอบของวิธีสลับอักษรในคำว่า ELEMENT ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ครูนำเสนอว่า กฎข้อที่ 9 นี้บางครั้งเรียกว่า “กฎการแบ่งกลุ่ม” ให้นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เช่น ในการฝึกสะกดรอยของพลทหารกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมี 10 คน ครูฝึกต้องการแบ่งกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2 คน 3 คน และ 5 คน จะมีวิธีแบ่งกลุ่มย่อยกี่วิธี พบว่า ในขั้นนี้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้อย่างรวดเร็วเพราะเป็นเนื้อหาเดียวกันกับชั่วโมงที่ผ่านมา เพียงแค่เปลี่ยนชื่อของกฎ และสามารถหาคำตอบของการจัดแบ่งกลุ่มได้อย่างถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ผู้วิจัยใช้คำถามเพิ่มเติมว่า ถ้าเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลมของลูกบอลสีแดงเหมือนกัน 2 ลูก สีเขียวเหมือนกัน 3 ลูก สีขาวเหมือนกัน 4 ลูก จะได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนพิจารณาหาคำตอบช่วยกันโดยเชื่อมโยงความรู้เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนเป็นวงกลมของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด แล้วถ้ามีสิ่งของที่ซ้ำกันจะเป็นลักษณะอย่างไร ผู้วิจัยกระตุ้นด้วยการถามนำไปสู่คำตอบ โดยให้นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ตอบคำถาม พบว่านักเรียนในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบและนักเรียนเก่ง ปานกลาง กล้าแสดงออก แต่นักเรียนอ่อนยังไม่กล้าแสดงออก

### 5.1.3 ขั้นสรุป

ในขั้นสรุปวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10 นี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็น โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่แล้วผู้วิจัยเขียนข้อสรุปบนกระดาน ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนมีการอภิปรายพูดคุยกันช่วยเหลือกัน ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามนำไปสู่การสรุปเนื้อหาให้ครบถ้วน นักเรียนสามารถสรุปได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียงสิ่งของที่ซ้ำกันซึ่งปรับเปลี่ยนเนื้อหาเล็กน้อยจากการเรียงสิ่งของที่แตกต่างกัน



#### 5.1.4 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย

ขั้นการศึกษากลุ่มย่อยในวงจรปฏิบัติการนี้ ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเหมือนวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 คือ หลังจากเรียนบทเรียนทั้งชั้นแล้วตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมา รับบัตรเนื้อหา ศึกษาจนเข้าใจแล้วตัวแทนรับบัตรกิจกรรม สี กระจายบัตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สมาชิกทุกคนศึกษาบัตรเนื้อหา สมาชิกในกลุ่มไม่เข้าใจเพื่อนที่เข้าใจได้อธิบายให้เพื่อนฟัง แล้วทำบัตรกิจกรรม หลังจากทุกกลุ่มทำบัตรกิจกรรมเสร็จแล้วรับบัตรเฉลยแลกเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม นักเรียนบอกว่า “เนื้อหาเรื่องนี้ง่ายเข้าใจเร็ว” ซึ่งต่อเนื่องมาจากขั้นสรุปที่นักเรียนได้สรุปแล้วนำมาสุทธมาใช้ในขั้นนี้ได้เลย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เนื้อหาในแผนนี้เป็นเนื้อหาเหมือนกันกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 แต่เปลี่ยนชื่อกฎในการนำไปใช้ ทำให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจได้เร็ว แต่มีบางตัวอย่างที่นักเรียนบางคนในกลุ่มเข้าใจได้ยาก นักเรียนที่เก่งจึงอธิบายให้เพื่อนจนเข้าใจ บางกลุ่มได้สอบถามผู้วิจัยเพื่อความแน่ใจและแม่นยำมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นได้ทำบัตรกิจกรรม แล้วทุกกลุ่มเตรียมนำเสนอผลงานในกระดานบัตร ผู้ออกมานำเสนอมีความมั่นใจและมีทักษะในการนำเสนอมากยิ่งขึ้น จากนั้นทุกกลุ่มทำบัตรกิจกรรมเสร็จแล้วรับบัตรเฉลยแลกเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 นักเรียนในกลุ่มศึกษาบัตรเนื้อหา สมาชิกจะมีการถามกันเองถ้าใครไม่เข้าใจตรงจุดไหนสมาชิกคนที่เข้าใจช่วยอธิบายให้เพื่อนฟังจนเพื่อนเข้าใจ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างง่ายเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องเนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาเปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อย เมื่อได้ทำบัตรกิจกรรมนักเรียนอ่อนก็ยังไม่เข้าใจ สมาชิกในกลุ่มจึงได้ช่วยกันทำบัตรกิจกรรมไปพร้อมๆกัน

เมื่อนักเรียนทำบัตรกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม โดยนักเรียนตัวแทนออกมารับบัตรเฉลย ถ้าทำผิดข้อไหนให้สมาชิกศึกษาข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจ

#### 5.1.5 ขั้นการทดสอบย่อย

หลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ (60 คะแนน) และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ (40 คะแนน) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ปรากฏผลดังนี้



ตารางที่ 12 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

จำนวน นักเรียน	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		จำนวนนักเรียนที่ ผ่านเกณฑ์		
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ทั้งหมด	41	100	70	100	60	88.39	88.39	40	97.56

จากตารางที่ 12 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน คะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 70 คะแนน ได้คะแนนสูงสุด 100 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 60 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 88.39 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.39 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 40 คน คิดเป็นร้อยละ 97.56 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

#### 5.1.6 ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาดตนเอง

การคิดคะแนนการพัฒนาดตนเอง โดยหาผลต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 กับคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้วไปหาค่าคะแนนการพัฒนาดตนเองของแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 13 คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

กลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	คะแนนเฉลี่ยกลุ่ม
A	Dropdet	30
B	Super Team ซิมิๆ	30
C	Freedom	30
D	ซ็อค โกแล็ค	27.5
E	ฮิวี่ฮู	27.5
F	ยุคติด	25
G	Baby จัมบ๊ะ	30
H	จ๊ับปี้ คลาสสิก	27.5
I	Art Art ต๊ิปๆ	30
J	Math very easy	30

5.1.7 ชั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง  
เมื่อคิดคะแนนการพัฒนาตนเองในทำนองจรปฏิบัติการที่ 3 ปรากฏว่าทุกกลุ่ม  
ได้รับการยกย่องอยู่ในระดับยอดเยี่ยม

## 5.2 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้จัด  
กิจกรรม เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ทั้ง  
5 ทักษะ ดังที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น  
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551  
รายละเอียดดังต่อไปนี้

### 5.2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-9  
พบว่านักเรียนสามารถทักษะกระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้อย่างชัดเจน ในแผนการ  
จัดการเรียนรู้ที่ 8-10 พบว่าเมื่อนักเรียนทราบโจทย์ปัญหาจะมีการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นตอน เริ่ม  
จากการเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา สิ่งที่โจทย์กำหนด ดำเนินการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนสามารถหาคำตอบของวิธีเรียงสับเปลี่ยน  
สิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวเส้นตรงอย่างมีขั้นตอนและได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่าง  
ต่อไปนี้

Equipe Classic 3

บัตริยกรรมที่ 8  
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดในแนว

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. จะมีวิธีนำตัวอักษรในคำว่า MISSISSIPPI มาสลับทำให้เกิดคำใหม่ได้ทั้งหมดกี่คำโดยไม่คำนึงถึงความหมาย

ศัพท์ 1 ในพยางค์อักษรทั้งหมด 11 ตัว

พยางค์ I	จำนวน	4 ตัว
S	จำนวน	4 ตัว
P	จำนวน	2 ตัว

นั่นคือ จะสับเปลี่ยนในคำว่า MISSISSIPPI ได้  $11!$

$$\frac{11!}{4! 4! 2!}$$

$$\frac{11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1}$$

$$\frac{11 \times 5 \times 9 \times 2 \times 7 \times 5}{34,560}$$

= 34,560 คำ

2. มีตัวเลข 7 ตัว ดังนี้ 1,1,2,2,2,3,4 ถ้านำเลขทุกตัวมาจัดเรียงเป็นจำนวนที่มี 7 หลัก จะสร้างได้ทั้งหมดกี่จำนวน

ศัพท์ 1 ในพยางค์ตัวเลขทั้งหมด 7 ตัว

พยางค์ 1	จำนวน	2 ตัว
2	จำนวน	3 ตัว

นั่นคือ จัดเรียง เลข 7 หลัก ได้  $7!$

$$\frac{7!}{2! 3!}$$

$$\frac{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1}$$

= 420 จำนวน

ภาพที่ 16 บัตริยกรรมที่ 8 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวเส้นตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเรื่องการแบ่งกลุ่มได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Super Team ธีรวิทย์

บัตริยกรรมที่ 9  
เรื่อง การแบ่งกลุ่ม

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. จงหาจำนวนวิธีแบ่งของเล่น 9 ชิ้น ให้แก่เด็ก 3 คน โดยที่ คนหนึ่งได้ 4 ชิ้น อีกสองคนได้คนละ 3 ชิ้น และ 2 ชิ้น

วิธีทำ  $\frac{9!}{4!3!2!} = \frac{9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1} = 9 \times 7 \times 5 \times 4 = 1260$  วิธี

2. มีนักเรียนจำนวน 10 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และ นาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้นักเรียนทั้งหมดขึ้นนั่งในรถยนต์ 3 คัน คันที่หนึ่งจำนวน 4 คน คันที่สองจำนวน 3 คน และคันที่สามจำนวน 3 คน จงหาจำนวนวิธีการขึ้นนั่งของนักเรียนทั้ง 10 คน เมื่อ นาย ก นาย ข และ นาย ค แยกกันนั่งคนละคัน

วิธีทำ ①  $\frac{10!}{4!3!3!} = \frac{10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1} = 9 \times 6 \times 5 = 270$  วิธี

②  $\frac{3!}{1!1!1!} = \frac{3 \times 2 \times 1}{1 \times 1 \times 1} = 6$  วิธี

③  $\frac{3!}{1!1!1!} = \frac{3 \times 2 \times 1}{1 \times 1 \times 1} = 6$  วิธี

$\therefore$  จำนวนวิธีทั้งหมด  $270 \times 6 \times 6 = 9720$  วิธี

ภาพที่ 17 บัตริยกรรมที่ 9 เรื่องการแบ่งกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดเป็นวงกลมได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตริกกิจกรรมที่ 10**  
**เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดเป็นวงกลม**

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. มีแท่งไม้รูปทรงฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุม ต้องการทาสีด้านข้างเป็นสีแดง 2 ด้าน สีขาว 2 ด้าน สีน้ำเงิน 1 ด้าน และสีเขียว 1 ด้าน จงหาจำนวนวิธีการทาสีทั้งหมด

วิธีทำ มีแท่งไม้รูปทรงฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุม ต้องการทาสีด้านข้าง เป็นสีแดง 2 ด้าน สีขาว 2 ด้าน สีน้ำเงิน 1 ด้าน และสีเขียว 1 ด้าน เมื่อทาสีแล้ว เหลือจาก ๕, ๓, ๒, ๑, ๑ เท่ากับ ๑ ด้านนั้น จะมีวิธีทาสีทั้งหมด  $\frac{(6-1)!}{2! 2! 1! 1!} = \frac{5!}{2! 2!}$

$$= \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1 \times 2 \times 1}$$

$$= 30 \text{ วิธี}$$

2. ถ้านำลูกแก้วซึ่งมีลักษณะและขนาดเหมือนกัน สีแดง 2 ลูก สีขาว 4 ลูก และสีดำ 3 ลูก มาเรียงเป็นวงกลม จะวางได้กี่วิธีเมื่อต้องการให้สีดำอยู่ติดกันทั้ง 3 ลูก

วิธีทำ ลูกแก้วมีทั้งหมด ๙ ลูก สีแดง ๒ ลูก สีขาว ๔ ลูก และสีดำ ๓ ลูก เมื่อต้องการให้สีดำอยู่ติดกัน ๓ ลูก สีแดงอันมีลูกแก้วทั้งหมด ๗ ลูก เมื่อวาง ๕, ๓, ๒, ๑, ๑ เท่ากับ ๑

ดังนั้น จะจัดเรียงลูกแก้วได้  $\frac{(7-1)!}{2! 4! 1!} = \frac{6!}{2! 4! 1!}$

$$= \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1 \times 4 \times 1}$$

$$= 15 \text{ วิธี}$$

ภาพที่ 18 บัตริกกิจกรรมที่ 10 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดเป็นวงกลม

### 5.2.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักการคิดและให้เหตุผล โดยผู้วิจัย สอดแทรกกิจกรรม ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ในขั้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น “ผู้วิจัยตั้งคำถามว่าถ้าเรียงตัวอักษร A, B, C จะได้ทั้งหมด 6 วิธี แล้วถ้าให้ตัวอักษร A กับ B เหมือนกัน สมมติให้เป็น M ให้นักเรียนหาคำตอบว่าจะเท่าเดิมหรือไม่อย่างไร” พบว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่าวิธีจะน้อยกว่าเดิมเนื่องจากจะมีวิธีที่ซ้ำกัน

### 5.2.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 นักเรียนช่วยกันการสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวตรงหรือกฎการแบ่งกลุ่มแล้วนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงานที่ชัดเจน โดยนำเสนอในกระดานขบรูฟเพื่อหาคำตอบที่

### 5.2.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานเดิมเชื่อมโยงกับความรู้เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เช่น

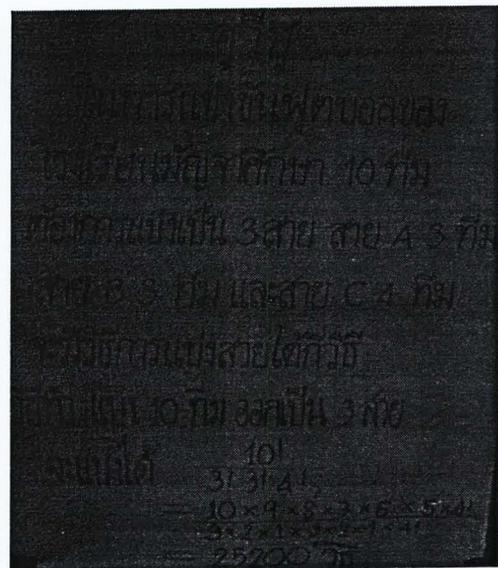
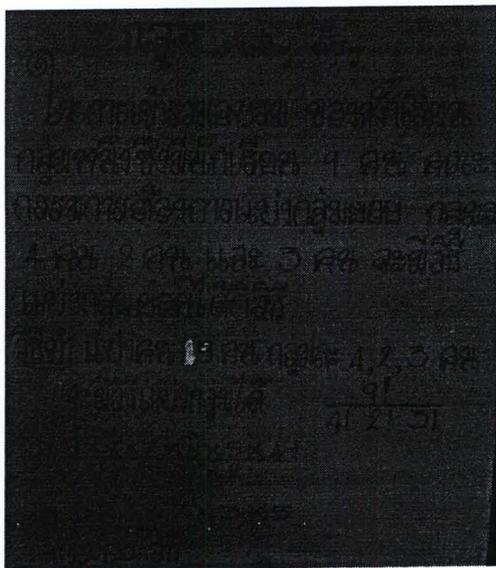
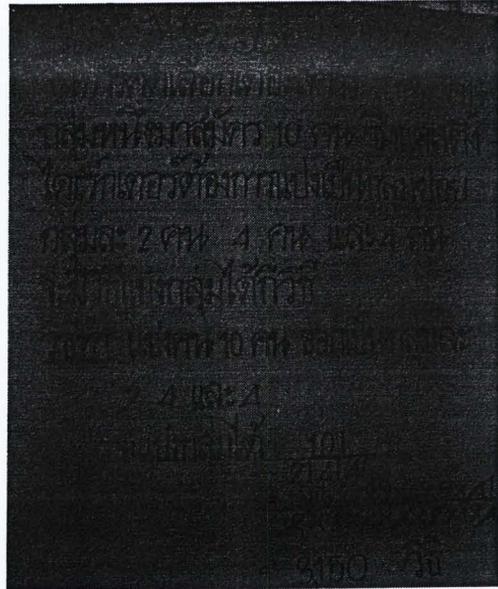
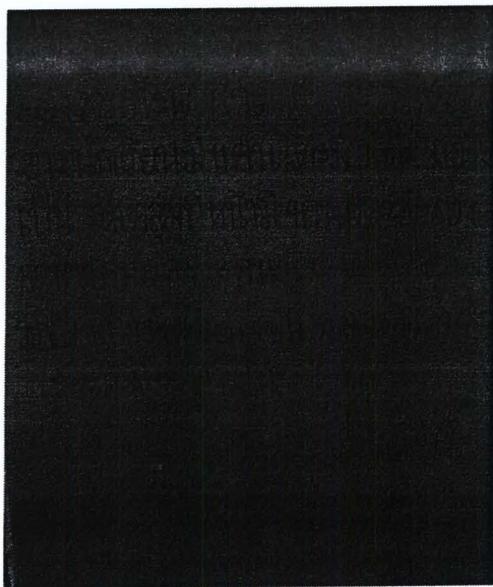
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนสังเกตวิธีการหาคำตอบจากตัวอย่างโดยเชื่อมโยงวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่ซ้ำกันไปสู่การหาจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน เช่น การเรียงอักษร A, B, C ได้ทั้งหมด 6 วิธี ถ้าตัวอักษร A กับ B เหมือนกัน สมมติให้เป็น M จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนอักษร 3 ตัว คือ M, M, C ได้เท่ากับ  $3 =$  วิธี พบว่านักเรียนสามารถสรุปกฎในการหาคำตอบอย่างคร่าว ๆ ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตโดยใช้วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันแบบเส้นตรง นำไปสู่การหาคำตอบของวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันแบบวงกลม เช่น การเรียงสับเปลี่ยนแบบเส้นตรงลูกบอลสีแดงเหมือนกัน 2 ลูก สีเขียวเหมือนกัน 3 ลูก สีขาวเหมือนกัน 4 ลูก จะได้ แต่ถ้าเป็นการเรียงแบบวงกลม 2 มิติ จะได้  $\frac{(10-1)!}{2!3!4!}$  วิธี พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบและสรุปกฎการนำไปใช้หาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

### 5.2.5 การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอความคิดของตนเองอย่างอิสระ โดยให้นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวตรงหรือกฎการแบ่งกลุ่ม ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำได้

อย่างหลากหลายและถูกต้อง เช่น การแบ่งผ้าเช็ดหน้าให้เด็ก อาจารย์พานักเรียนไปกินเนื้อแบ่งนั่งโต๊ะ การจัดนักเรียนเข้าห้อง การคัดเลือกเดอะสตาร์ การแบ่งสายฟุตบอล การแบ่งกลุ่มย่อยเข้าอบรม การแบ่งปลาเข้าตู้ การจัดช่วงอันดับของการสอบ ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 19 การสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกันในแนวตรงหรือกฎการแบ่งกลุ่ม

### 5.3 การสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD และใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 5.3.1 การสังเกตของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนเก่งและปานกลางกล้าที่จะแสดงออกกล้าและตอบคำถามของผู้วิจัย การสรุปและแสดงความคิดเห็น นักเรียนเก่งและปานกลางจะช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ทุกกลุ่มตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรม การนำเสนอผลงานจะเป็นนักเรียนที่ยังไม่เคยนำเสนอเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

#### 5.3.2 การสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่าในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยบอกเรื่องที่จะเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการใช้สื่อ เทคนิคการถาม-ตอบ เร้าความสนใจ ช้่นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ช้่นสรุป ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและกระตุ้นให้นักเรียนสรุปเนื้อหาเองโดยการถามนำสู่การสรุป ในชั้นศึกษากลุ่มย่อยผู้วิจัยเดินดูทุกกลุ่มเพื่อช่วยเหลือเมื่อเกิดข้อสงสัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนด้วยความเต็มใจ รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น นักเรียนมีความสามัคคีในกลุ่ม มีการปรึกษาหารือกันในแต่ละกลุ่ม ช่วยกันในกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มสรุปบทเรียนได้

#### 5.3.3 การสัมภาษณ์นักเรียน

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนบอกว่าการจัดการเรียนแบบนี้ดี ทำให้นักเรียนอยากได้คะแนนพัฒนาการมากขึ้น นักเรียนในกลุ่มจึงช่วยเหลือกัน ร่วมกันคิดยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน เนื้อหาในการเรียนอยู่ในระดับกำลังพอดี ไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป เนื้อหาครบถ้วนชัดเจน เวลาที่ใช้มีความเหมาะสมเพราะนำคาบว่างมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ความคิดเห็นของนักเรียนต่อผู้วิจัย คือมีความเป็นกันเองและเข้าใจอธิบายให้นักเรียนดีมาก อยากให้เข้มงวดกับนักเรียนมากขึ้น

#### 5.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ไขและนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ต่อไป ดังนี้

ตารางที่ 14 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
<b>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</b> -	-
<b>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น</b> -	-
<b>ขั้นสรุป</b> -	-
<b>ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย</b> 1. นักเรียนอ่อนวิเคราะห์ปัญหาและหาคำตอบไม่ได้ 2. นักเรียนบางคนไม่สนใจศึกษาบัตรเนื้อหาคอยทำแต่บัตรกิจกรรม	1. ผู้วิจัยให้กำลังใจและใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนในกลุ่มควรให้ความช่วยเหลือและอธิบายให้เพื่อนเข้าใจ 2. ผู้วิจัยต้องคอยเตือนให้ทำตามขั้นตอน ต้องศึกษาให้เข้าใจก่อนแล้วจึงทำบัตรกิจกรรม
<b>ขั้นการทดสอบย่อย</b> 3. นักเรียนอ่อนบางคนไม่เข้าใจบทเรียนจึงสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด	3. ผู้วิจัยหาเวลาว่างหลังเลิกเรียนสอนเพิ่มเติม และให้นักเรียนคอยดูแลเป็นพี่เลี้ยงจนทำให้นักเรียนอ่อนเข้าใจดีขึ้น
<b>ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง</b> -	-
<b>ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง</b> -	-

## 6. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4

6.1 ผลการปฏิบัติตามรูปแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีรายละเอียดในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมจากการสังเกตและบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 6.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อมและเร้าความสนใจในการเรียน โดย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่องวิธีจัดหมู่ ครูกำหนดอักษร A, B, C, D ให้นักเรียนเรียงสับเปลี่ยนตัวอักษร 3 ตัว จากอักษร 4 ตัว แล้วสุ่มนักเรียนตัวแทนเขียนคำตอบทั้งหมดบนกระดาน แต่มีนักเรียนอาสาสมัครในการเขียนคำตอบบนกระดาน จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีจัดหมู่ ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และนักเรียนทบทวนกฎข้อที่ 11 เรื่องวิธีจัดหมู่ โดยครูยกตัวอย่างให้นักเรียนหาค่า  $C(n,r)$  เมื่อกำหนด  $n$  และ  $r$  ต่าง ๆ กัน นักเรียนเก่งและปานกลางจะกล้าตอบ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนอ่อนตอบคำถาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ นักเรียนตอบคำถามเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยโจทย์จะเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน เช่น มีวิธีเลือกตัวอักษร 2 ตัวจากคำว่า MANCH ได้กี่วิธี ทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการตอบคำถาม จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

### 6.1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเสนอบทเรียนที่จะเรียนในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ให้นักเรียนเลือกอักษร A, B, C, D มา 3 ตัว จากอักษร 4 ตัว และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับคำตอบของวิธีเรียงสับเปลี่ยนของอักษร จากนั้นผู้วิจัยชี้แจงว่า วิธีจัดหมู่ หมายถึงวิธีการนำสิ่งของมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ โดยไม่คำนึงถึงลำดับของสิ่งของเป็นสิ่งสำคัญ จากนั้นให้นักเรียนหาคำตอบของวิธีจัดหมู่ของสิ่งของ 3 สิ่ง จากสิ่งของ 4 สิ่ง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันเลือกตัวอักษรและหาคำตอบของวิธีจัดหมู่ โดยนักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลางจะกล้าแสดงออก นักเรียนอ่อนและนักเรียนบางคนไม่สนใจที่จะตอบคำถาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงระหว่างวิธีจัดหมู่กับเรขาคณิต โดยผู้วิจัยกระตุ้นโดยการให้คำถามตามลำดับไปสู่คำตอบ พบว่าในคำถาม

แรกและคำถามที่สองนักเรียนทุกคนช่วยกันตอบคำถามเพราะเป็นคำถามง่าย แต่ในคำถามที่สามนักเรียนอ่อนจะไม่กล้าตอบคำถาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 ผู้วิจัยยกตัวอย่างโจทย์ระคนที่จะต้องใช้ทั้งวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ร่วมกัน ให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ดังกล่าวและตอบคำถามตามลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยถามนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน สลับกัน พบว่านักเรียนทุกคนช่วยกันตอบคำถามเป็นอย่างดี เมื่อนักเรียนบางคนตอบไม่ได้เพื่อนในห้องจะช่วยกันตอบคำถาม

### 6.1.3 ชั้นสรุป

ในชั้นสรุปวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11-13 นี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นแล้วผู้วิจัยเขียนข้อสรุปบนกระดาน ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนมีการอภิปรายพูดคุยกันช่วยเหลือกัน ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามนำไปสู่การสรุปเนื้อหาให้ครบถ้วน

### 6.1.4 ชั้นการศึกษากลุ่มย่อย

ชั้นการศึกษากลุ่มย่อยในวงจรปฏิบัติการนี้ ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเหมือนวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 คือ หลังจากเรียนบทเรียนทั้งชั้นแล้วตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับบัตรเนื้อหา ศึกษาจนเข้าใจแล้วตัวแทนรับบัตรกิจกรรม สี กระดาษบรูฟ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 นักเรียนศึกษาตัวอย่างในบัตรเนื้อหา บางกลุ่มนักเรียนทุกคนทำความเข้าใจไปพร้อม ๆ กัน บางกลุ่มนักเรียนเก่งและปานกลางจะทำความเข้าใจก่อนแล้วอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟังจนเข้าใจ หลังจากนั้นทำบัตรกิจกรรม นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมช่วยกันทำบัตรกิจกรรม นักเรียนอ่อนมีความภูมิใจที่ช่วยเพื่อนทำบัตรกิจกรรมจนแล้วเสร็จ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เนื้อหาในแผนนี้เป็นเนื้อหาจะต่อเนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เป็นการแก้โจทย์ปัญหาของวิธีจัดหมู่เพิ่มเติมที่แผนที่แล้วที่นักเรียนได้ทราบสูตรการหาวิธีจัดหมู่มาแล้ว ในบัตรเนื้อหามีบางตัวอย่างที่นักเรียนบางคนในกลุ่มเข้าใจได้ยากนักเรียนที่เก่งจึงอธิบายให้เพื่อนจนเข้าใจ บางกลุ่มนักเรียนเก่งและปานกลางทำความเข้าใจแล้วได้อธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจเพิ่มเติม จากนั้นทำบัตรกิจกรรม แล้วทุกกลุ่มเตรียมนำเสนอผลงานในกระดาษบรูฟ ผู้ออกมานำเสนอมีความมั่นใจและนำเสนอได้เป็นอย่างดี จากนั้นทุกกลุ่มทำบัตรกิจกรรมเสร็จแล้วรับบัตรเฉลยแลกเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 เนื้อหาในแผนนี้จะยากสำหรับนักเรียน เนื้อหาจะเป็นลักษณะการแก้โจทย์ปัญหาทั้งบัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรมในนำความรู้ทั้งวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่มาใช้ในการหาคำตอบ ทุกกลุ่มจึงช่วยกันภายในกลุ่มอธิบายโดยนักเรียนเก่งและปานกลางร่วมกันทำความเข้าใจแล้วจึงอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟังเพิ่มเติม บางกลุ่มผู้วิจัยได้ชี้แนว

ทางการหาคำตอบเพิ่มเติม จากการทำบัตรกิจกรรมพบว่า นักเรียนสนใจในการทำแบบฝึกเนื่องจาก โจทย์จะเป็นเรื่องที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น การสัมภาษณ์ผู้สมัครเข้าทำงาน และนักเรียนจะทำบัตรกิจกรรมโดยเปรียบเทียบโจทย์ในบัตรเนื้อหาและช่วยกันหาคำตอบ

เมื่อนักเรียนทำบัตรกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่ม โดยนักเรียนตัวแทนออกมารับบัตรเฉลย ถ้าทำผิดข้อไหนให้สมาชิกศึกษาข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจ

#### 6.1.5 ขั้นการทดสอบย่อย

หลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ (60 คะแนน) และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ (40 คะแนน) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4

จำนวนนักเรียน	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ทั้งหมด	41	100	70	94	48	79.56	79.56	37	90.24

จากตารางที่ 15 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน คะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 70 คะแนน ได้คะแนนสูงสุด 94 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 48 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 79.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.56 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 37 คน คิดเป็นร้อยละ 90.24 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

#### 6.1.6 ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาคณะ

การคิดคะแนนการพัฒนาคณะ โดยหาผลต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 กับคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 แล้วไปหาค่าคะแนนการพัฒนาคณะของแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนของแต่ละคนไปหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 16 คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มทำวงจรปฏิบัติการที่ 4

กลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	คะแนนเฉลี่ยกลุ่ม
A	Dropdet	2.5
B	Super Team ชิมิๆ	5
C	Freedom	7.5
D	ซ็อคโกแล็ต	4
E	ฮูวีฮู	7.5
F	ยูคลิด	20
G	Baby จัมบ๊ะ	10
H	จ๊อบบี้ คลาสสิก	5
I	Art Art ต๊ิบๆ	10
J	Math very easy	10

#### 6.1.7 ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

เมื่อคิดคะแนนการพัฒนาดตนเองในทำวงจรปฏิบัติการที่ 4 ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการยกย่องอยู่ในระดับเก่งมากมี 1 กลุ่ม คือกลุ่มยูคลิด กลุ่มเก่งมี 3 กลุ่ม คือกลุ่ม Baby จัมบ๊ะ กลุ่ม Art Art ต๊ิบๆ และกลุ่ม Math very easy

## 6.2 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรม เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ทั้ง 5 ทักษะ ดังที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดดังต่อไปนี้

### 6.2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11-13 พบว่านักเรียนสามารถทักษะกระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้อย่างชัดเจนถูกต้อง พบว่าเมื่อนักเรียนทราบโจทย์ปัญหาจะมีการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน เริ่มจากการเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา สิ่งที่โจทย์กำหนด ดำเนินการแก้ปัญหา หาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 นักเรียนสามารถหาค่าวิธีจัดหมู่ได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 11**  
**เรื่อง วิธีจัดหมู่**

คำสั่ง ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. จงหาค่าของ

- 1)  $\binom{25}{3}$       2)  $\binom{7}{4}\binom{5}{2}$       3)  $\binom{7}{1}\binom{8}{1}$       4)  $\binom{9}{8}\binom{6}{5}$

$$1) \binom{25}{3} = \frac{25!}{3!(25-3)!}$$

$$= \frac{25 \times 24 \times 23 \times \cancel{22!}}{3 \times 2 \times 1 \times \cancel{22!}}$$

$$= 25 \times 4 \times 23 = 2300$$

$$2) \binom{7}{4}\binom{5}{2} = \frac{7!}{4!(7-4)!} \times \frac{5!}{2!(5-2)!}$$

$$= \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times \cancel{3!}}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times \cancel{3!}} \times \frac{5 \times 4 \times 3 \times \cancel{2!}}{2 \times 1 \times \cancel{2!}}$$

$$= 35 \times 10 = 350$$

$$3) \binom{7}{1}\binom{8}{1} = \frac{7!}{1!(7-1)!} \times \frac{8!}{1!(8-1)!}$$

$$= \frac{7 \times \cancel{6!}}{1 \times \cancel{6!}} \times \frac{8 \times \cancel{7!}}{1 \times \cancel{7!}}$$

$$= 7 \times 8 = 56$$

$$4) \binom{9}{8}\binom{6}{5} = \frac{9!}{8!(9-8)!} \times \frac{6!}{5!(6-5)!}$$

$$= \frac{9 \times \cancel{8!}}{8 \times \cancel{8!}} \times \frac{6 \times \cancel{5!}}{5 \times \cancel{5!}}$$

$$= 9 \times 6 = 54$$

ภาพที่ 20 บัตรกิจกรรมที่ 11 เรื่องวิธีจัดหมู่



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**บัตรกิจกรรมที่ 13**  
**เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่**

คำสั่ง โจทย์ปัญหาบางข้ออาจต้องใช้ทั้งวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ในข้อเดียวกัน ในแต่ละกลุ่มจงช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ต่อไปนี้ แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

1. เมื่อนักเรียนอนุบาลกลุ่มหนึ่งมี 10 คน เป็นหญิง 5 คน ชาย 5 คน ครูจัดเกมให้เล่นรวมกัน โดยจัดให้นั่งรอบโต๊ะกลมครั้งละ 6 คน ครูจะจัดให้นั่งได้ต่างกันกี่วิธี

ขั้นที่ 1 จัดที่นั่งบนโต๊ะได้  $\binom{10}{6}$  วิธี

ขั้นที่ 2 จัดที่นั่งบนโต๊ะได้  $(n-1) = (6-1)! = 5! = 120$  วิธี

ดังนั้น วิธีทั้งหมดต่าง ๆ ดังนี้  $\binom{10}{6} \times 5!$

$$= 210 \times 120$$

$$= 25200 \text{ วิธี}$$

2. สโมสรธนาคารออมสินต้องการจัดนักกีฬาแบดมินตัน 1 ทีม ซึ่งประกอบด้วยนักแบดมินตัน 3 คู่ ที่แต่ละคู่เป็นชาย 1 คน หญิง 1 คน โดยคัดเลือกจากนักแบดมินตันในสังกัดชาย 7 คน หญิง 5 คน จะมีวิธีเลือกเพื่อจัดทีมไปแข่งขันได้กี่วิธี

ขั้นที่ 1 เลือกชาย 3 คน จาก 7 คน ได้  $\binom{7}{3}$  วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกหญิง 3 คน จาก 5 คน ได้  $\binom{5}{3}$  วิธี

ขั้นที่ 3 นำคู่ที่ได้ 3 คน จัดเข้าไปได้  $3! = 6$

ดังนั้น  $n =$  จัดทีมได้ทั้งหมด  $\binom{7}{3} \binom{5}{3} \times 6$

$$= 35 \times 10 \times 6$$

$$= 2100 \text{ วิธี}$$

ภาพที่ 22 บัตรกิจกรรมที่ 13 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

### 6.2.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

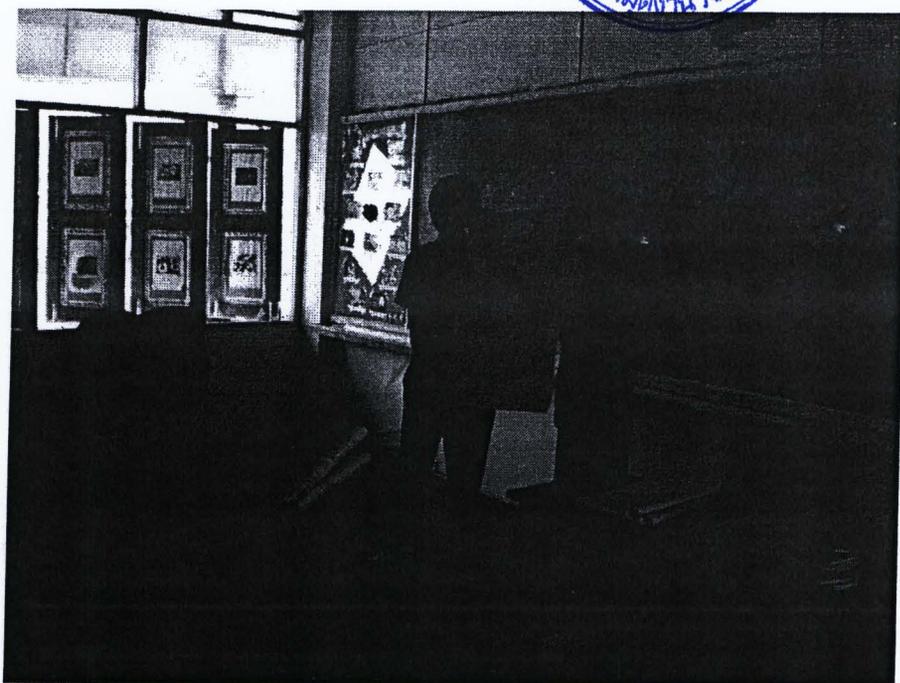
ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักการคิดและให้เหตุผล โดยผู้วิจัยสอดแทรกกิจกรรม ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ในขั้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น “ให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนของอักษร คราวละ 3 ตัวจากอักษร 4 ตัว คือ A, B, C, D กับจำนวนวิธีเลือกตัวอักษร (วิธีจัดหมู่)” พบว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่าจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนจะมากกว่าจำนวนวิธีเลือก เนื่องจากจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนให้ความสำคัญกับลำดับ แต่จำนวนวิธีเลือกนั้นลำดับจะไม่มีผลสำคัญ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 ในขั้นนำเสนอต่อบทเรียนทั้งชั้น ให้นักเรียนพิจารณาเพื่อตอบคำถาม “นักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 6 คน ซึ่งใน 6 คนนี้ มี นาย ก และนาย ข รวมอยู่ด้วย และมีเก้าอี้วางเรียงเป็นแถวตรง 4 ตัว ถ้าต้องการเลือกนักเรียน 4 คน นั่งเก้าอี้ 4 ตัวนี้ โดยที่ นาย ก และนาย ข ต้องได้นั่งเสมอ จะมีวิธีการจัดให้นักเรียนเหล่านี้นั่งเก้าอี้ได้วิธี” พบว่านักเรียนอภิปรายและสามารถให้เหตุผลได้ว่าในการแก้โจทย์ปัญหานี้จะต้องใช้ทั้งวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ร่วมกัน

### 6.2.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 นักเรียนช่วยกันการการสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีจัดหมู่ แล้วนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงานที่ดี ชัดเจน กระชับ เน้นกระบวนการแก้ปัญหา แต่ละกลุ่มตั้งโจทย์และหาคำตอบที่หลากหลาย โดยนำเสนอในกระดานบรู่ฟ ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 23 ตัวอย่างการนำเสนอการสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีจัดหมู่

#### 6.2.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่า นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานเดิมเชื่อมโยงกับความรู้เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เช่น

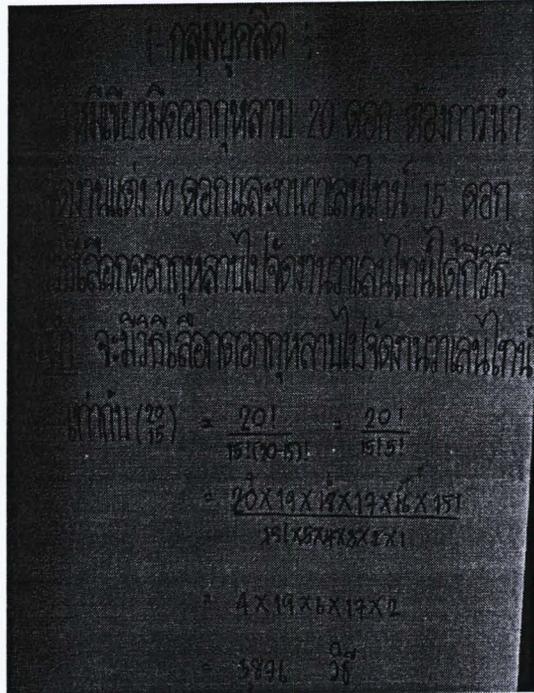
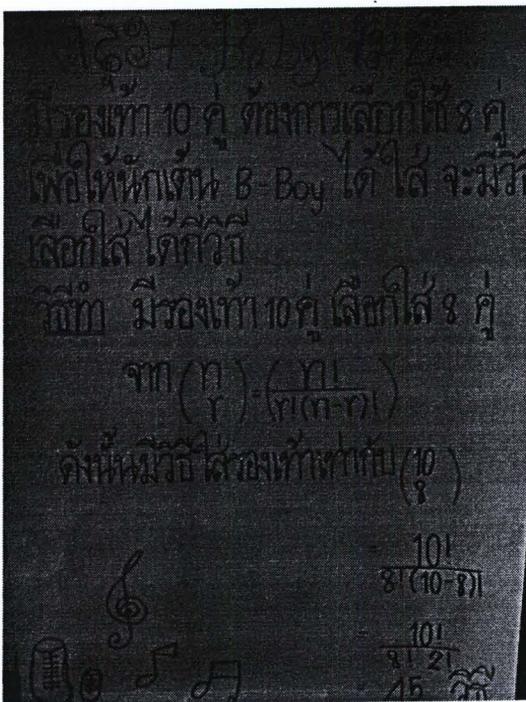
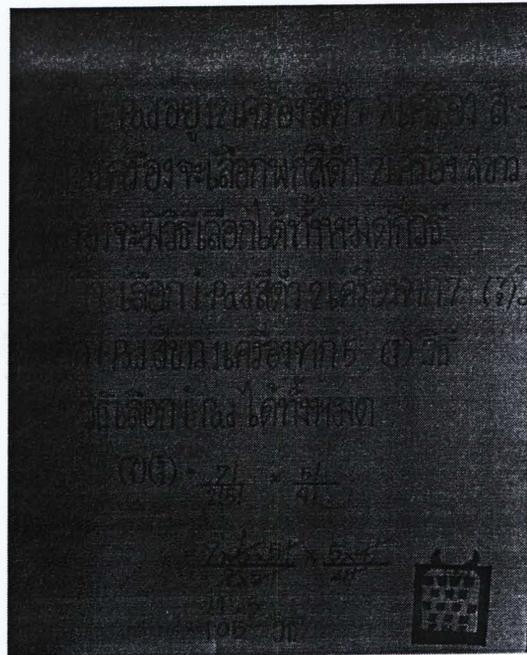
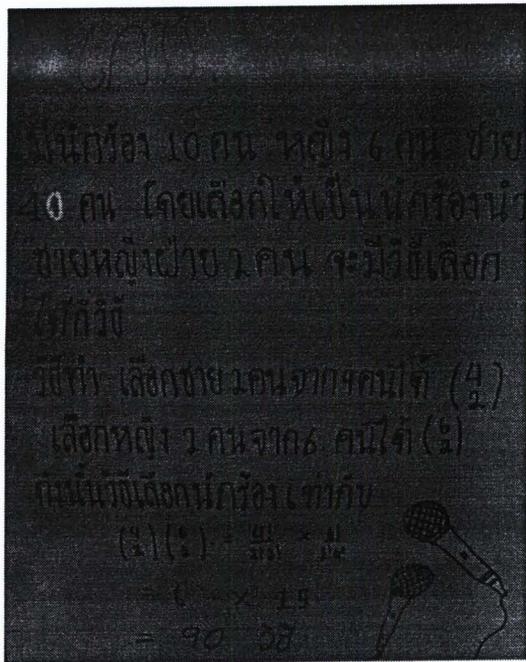
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 นักเรียนสังเกตวิธีการหาคำตอบจากตัวอย่าง เช่น กำหนดอักษร A, B, C, D ให้นักเรียนเปรียบเทียบวิธีเรียงสับเปลี่ยนตัวอักษร 3 ตัว จากอักษร 4 ตัว ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ว่าเท่ากับ  $= 24$  วิธี เปรียบเทียบกับการเลือกอักษร A, B, C, D มา 3 ตัว จากอักษร 4 ตัว ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ว่าเท่ากับ  $= 4$  วิธี โดยเชื่อมโยงวิธีเรียงสับเปลี่ยนไปสู่คำตอบของวิธีจัดหมู่ พบว่านักเรียนสามารถสรุปกฎในการหาคำตอบอย่างคร่าว ๆ ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ผู้วิจัยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่เนื้อหาเป็นสาระอื่นเชื่อมโยงกับวิธีจัดหมู่ เช่น บนเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งมีจุดคงที่ 10 จุด จงหาจำนวนคอร์คของวงกลม โดยมีจุดเหล่านี้เป็นจุดปลายทั้งสองด้านของคอร์ค” พบว่านักเรียนสามารถตอบปัญหาได้อย่างถูกต้อง

#### 6.2.5 การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอความคิดของตัวเองอย่างอิสระโดยให้นักเรียนช่วยกันสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีจัดหมู่ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่

12 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำได้อย่างหลากหลายและถูกต้อง เช่น การเลือกนักร้องชายหญิง การเลือกพก i-pad การเลือกรองเท้าเต้น B-Boy การเลือกซื้อขนม การเลือกซื้อรถจักรยานยนต์ การเลือกคอกุหลาบจัดงานวาเลนไทน์ การเลือกผลไม้ไปฝากญาติ ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 24 การสร้างโจทย์ปัญหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีจัดหมู่

### 6.3 การสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4

จากการดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD และใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 6.3.1 การสังเกตของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนกล้าแสดงออก และตอบคำถามของผู้วิจัย การสรุปและแสดงความคิดเห็นนักเรียนจะช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ทุกกลุ่มตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกคนรู้จักหน้าที่ของตนเอง การนำเสนอผลงานจะเป็นนักเรียนที่ยังไม่เคยนำเสนอเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

#### 6.3.2 การสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่าในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ มีการใช้สื่อ เทคนิคการถาม-ตอบที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ได้รับความสนใจ ชั้นนำเสนอ บทเรียนต่อทั้งชั้น ขึ้นสรุป ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและกระตุ้นให้นักเรียนสรุปเนื้อหาเองโดยการถามนำสู่การสรุป ในชั้นศึกษากลุ่มย่อยผู้วิจัยเดินดูทุกกลุ่มเพื่อช่วยเหลือเมื่อเกิดข้อสงสัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนด้วยความเต็มใจ รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น นักเรียนมีความสามัคคีในกลุ่ม มีการปรึกษาหารือกันในแต่ละกลุ่ม ช่วยกันในกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ส่งงานได้ทันเวลาที่กำหนด นักเรียนเริ่มสรุปบทเรียนได้

#### 6.3.3 การสัมภาษณ์นักเรียน

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนบอกว่าการจัดการเรียนดี มีบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลย ให้นักเรียนทบทวน นักเรียนส่วนใหญ่บอกว่าบรรยากาศในการเรียนดีแม้บางครั้งจะแออัดบ้าง มีการช่วยเหลือกันทำให้เกิดความสามัคคีในกลุ่ม แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ทำให้มีความเข้าใจมากกว่าเดิม มีความสนิทกันมากขึ้นและได้รู้ถึงน้ำใจของเพื่อนด้วย เนื้อหาในการเรียนค่อนข้างยาก เวลาที่ใช้มีความเหมาะสมเพราะนำคาวบ่างมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ความคิดเห็นของนักเรียนต่อผู้วิจัย คือมีความเคร่งเครียดแต่ก็มีการให้กำลังใจนักเรียน

#### 6.4 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้รวบรวม ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ไขและนำไปพัฒนาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป ดังนี้

#### ตารางที่ 17 ปัญหาระหว่างการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 4 และแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
<p>ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>-</p> <p>ชั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น</p> <p>1. นักเรียนบางคนยังสับสน ไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน</p> <p>2. มีการเข้าค่ายกิจกรรมนักศึกษาวิชาทหาร ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนไม่ต่อเนื่อง</p>	<p>-</p> <p>1. ผู้วิจัยเพิ่มเติมให้นักเรียน โดยการถามย้ำความเข้าใจ โดยการสอบถามเป็นรายบุคคล</p> <p>2. ให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาโดยสามารถนำบัตรเนื้อหาบัตรกิจกรรมไปศึกษานอกเวลาเรียนได้ และผู้วิจัยสอนเสริมให้โดยใช้ชั่วโมงที่ว่างและหลังเลิกเรียน</p>
<p>ขั้นสรุป</p> <p>-</p>	<p>-</p>
<p>ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย</p> <p>-</p>	<p>-</p>
<p>ขั้นการทดสอบย่อย</p> <p>-</p>	<p>-</p>
<p>ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง</p> <p>-</p>	<p>-</p>
<p>ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง</p> <p>-</p>	<p>-</p>

## 7. สรุปผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการ

ผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการ ตั้งแต่ยวงจรปฏิบัติการที่ 1-4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 41 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร

วงจรปฏิบัติการ	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 1	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 2	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 3	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 4
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	69.95	61.37	88.39	79.56
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	18	13	40	37
ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	43.90	31.71	97.56	90.24

จากตารางที่ 18 คะแนนของแบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 69.95 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 43.90 ของทั้งหมด นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ แต่ยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการการสอน และเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการนี้เป็นเนื้อหาใหม่และค่อนข้างยากทำให้มีจำนวนที่ผ่านเกณฑ์ค่อนข้างน้อย คะแนนของแบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 61.37 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 31.71 ของทั้งหมด นักเรียนเข้าใจกับรูปแบบการสอน แต่เนื้อหาค่อนข้างสำหรับนักเรียนปานกลางและนักเรียนอ่อน ทำให้มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์น้อย คะแนนของแบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88.39 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 97.56 ของทั้งหมด นักเรียนชอบวิธีการจัดกิจกรรมและสื่อที่จัดให้เนื้อหาค่อนข้างง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาดี ทำให้นักเรียนเกือบทั้งหมดผ่านเกณฑ์และมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ คะแนนของแบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.56 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 90.24 ของทั้งหมด นักเรียนคุ้นเคยกับรูปแบบการสอน สามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาอย่างรวดเร็ว ทำให้นักเรียนเกือบทั้งหมดผ่านเกณฑ์และมีคะแนนเฉลี่ยสูง

## 8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัยทั้ง 4 วงจรแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัย 2 ข้อ มาวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ลักษณะ คือ การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอได้ดังนี้

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำนวนนักเรียน ทั้งหมด	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		จำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
41	40	28	36	22	30.44	76.09	32	78.05

จากตารางที่ 19 พบว่า ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน คะแนนเต็ม 40 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 28 คะแนน ได้คะแนนสูงสุด 36 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 22 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 30.44 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.09 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 78.05 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สรุปได้ว่า นักเรียนร้อยละ 78.05 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

## 9. อภิปรายผล

จากการศึกษาเอกสารหลักสูตร หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยโดยผู้ช่วยวิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ บัณฑิตกิจกรรมแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์สภาพปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อหาแนวทางแก้ไข และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมในวงจรปฏิบัติการต่อไป ซึ่งสามารถพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอน

แบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้อภิปรายผลตามหัวข้อต่อไป

## 9.1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 9.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นที่ผู้วิจัยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นเป็นการทบทวนความรู้เดิมหรือทักษะที่จำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับความรู้ใหม่ที่จะเรียน กิจกรรมนี้จะใช้เกม แลกประโยค สถานการณ์ตัวอย่าง สื่อรูปธรรม เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียน เป็นกิจกรรมที่กะทัดรัด กระชับ ใช้เวลาสั้นและเข้าใจง่าย ซึ่ง ลาวัลย์ พลกล้า (2539) กล่าวว่า กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนเนื้อหาใหม่ เป็นการเตรียมความพร้อมในด้านความรู้สึก ได้รับความสนใจให้นักเรียน รู้สึกว่าบทเรียนที่จะเรียนต่อไปนี้น่าสนใจ มีประโยชน์ พื้นฐานความรู้เป็นสิ่งจำเป็น การขึ้นบทเรียนใหม่หรือขึ้นเรื่องใหม่ครูจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาใหม่ว่ามีมโนคติใด และความรู้ใดที่จำเป็นควรเตรียมมานำเสนอ

### 9.1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

เป็นการนำเสนอเนื้อหาสาระ สถานการณ์ปัญหาต่างๆที่ทำทาบโดยใช้สื่อการสอนที่หลากหลายประกอบ ใช้เทคนิคการถาม-ตอบ ประกอบการอธิบายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ นักเรียนจะได้เรียนร่วมกันทั้งชั้นตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ในขณะที่อธิบายและตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นสำคัญของเนื้อหาการเรียน นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่าง การหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นการฝึกทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นนักเรียนเคยมีพื้นฐานเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้ จะเป็นการช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์พร้อมกันทั้งชั้นผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนค้นพบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในสถานการณ์ซึ่งสอดคล้องกับ ดวง โชติสุภาพ (2541) สุริยา แสงสุทธิ (2541) ได้ทำการวิจัย พบว่า การใช้คำถามเพื่อความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

### 9.1.3 ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่นักเรียนทั้งชั้นสรุปแนวคิดที่เรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ในรูปแบบของการบรรยาย นำเสนอเพื่อสรุป ในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ยังสรุปไม่ได้ ผู้วิจัยใช้คำถามนำเพื่อตรวจสอบและกำหนดแนวทางและให้คำแนะนำแก้ไขข้อสรุปให้ชัดเจน สามารถเข้าใจตรงกันได้โดยมีประสิทธิภาพ ดังที่ เกื้อจิตต์ ฉิมทิม (2532) กล่าวว่า การสรุปบทเรียน ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมง เพราะเป็นการสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหา นั้น ๆ ในการสรุปเนื้อหาสามารถนำเอาเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ได้ เช่น สรุปด้วยการตั้งคำถาม สรุปด้วยการยกตัวอย่าง สรุปจากการสังเกตการตอบคำถาม ได้ตอบระหว่างนักเรียนกับผู้วิจัย เพื่อความถูกต้องและความเข้าใจตรงกันของข้อเท็จจริง หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับลงในสมุดบันทึกของตนเอง เป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียบเรียงความรู้แล้วสามารถเขียนแสดงแนวคิดได้อย่างสมบูรณ์

### 9.1.4 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ซึ่งมีการจัดกลุ่มและวิธีการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วยจำนวนนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ทุกคนในกลุ่มจะศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากบัตรเนื้อหาและทำบัตรกิจกรรมซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร่วมกันโดยใช้กระบวนการกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหาจนเข้าใจ ถ้ามีสมาชิกคนใดในกลุ่มยังไม่เข้าใจสมาชิกคนที่เข้าใจจะต้องพยายามสอนหรืออธิบายให้เพื่อนเข้าใจก่อนแล้วจึงช่วยกันทำบัตรกิจกรรม เมื่อทำบัตรกิจกรรมเสร็จนักเรียนตรวจบัตรกิจกรรมตรวจจากบัตรเฉลย โดยเปลี่ยนกันตรวจระหว่างกลุ่มถ้าทำผิดข้อไหนให้สมาชิกศึกษาข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจ จากนั้นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

การศึกษากลุ่มย่อยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังมีบางกลุ่มที่ไม่ช่วยเหลือกัน นักเรียนเก่งจะเป็นผู้ทำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่กับนักเรียนปานกลางบางคน และนักเรียนอ่อนไม่กล้าแสดงออก ทำให้นักเรียนเก่งยังไม่ยอมรับในความสามารถ หลังจากจบวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้แจ้งคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนและพัฒนาการของกลุ่ม คะแนนพัฒนาการของนักเรียนอ่อนจะสูงกว่านักเรียนเก่ง ทำให้นักเรียนอ่อนได้รับการยอมรับ และมีความมั่นใจมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กัลยาณี พลศักดิ์ (2543) ที่ได้พัฒนารูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่า นอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ยังช่วยให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง และตระหนักถึงความสำคัญของตนเอง การปฏิบัติ

กิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และ 4 นักเรียนอ่อนได้รับการยอมรับมากขึ้น ทุกคนยอมรับสมาชิกในกลุ่มมีความสำคัญ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตน ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมมือกันในการทำกิจกรรมช่วยให้กลุ่มประสบผลสำเร็จเพื่อเป้าหมายสูงสุดของกลุ่ม ซึ่งได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สำเนียง กิจขุนทด (2552) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ และมีความเอื้อเฟื้อช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

#### 9.1.5 ขั้นการทดสอบย่อย

หลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบ ซึ่งในการทดสอบนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบตามความสามารถของตนไม่ให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่ง ลาวัลย์ พลกล้า (2539) ได้กล่าวว่า การทดสอบเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ดังที่คาดหวังหรือไม่ การทดสอบอาจใช้การทดสอบย่อย เป็นการทดสอบหลังจากเรียนเนื้อหาย่อย ๆ จบแต่ละตอน และทดสอบแต่ละบทเรียน การทดสอบลักษณะนี้จะทำหลังจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมสำหรับการทบทวนแล้ว เพื่อดูว่านักเรียนมีมีโนมตีในเรื่องนั้น ๆ การจัดกิจกรรมสำหรับการทดสอบย่อย จะต้องทำทุกครั้งที่จบแต่ละเนื้อหาย่อยและควรบอกกิจกรรมสำหรับการทดสอบรวมทุกเรื่องล่วงหน้า เพื่อให้นักเรียนได้เตรียมตัวให้พร้อม

#### 9.1.6 ขั้นการคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง

ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนที่สอบได้กับคะแนนฐาน โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนพัฒนาการของนักเรียนและของกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะทำได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความขยันที่เพิ่มขึ้นมากกว่าบทเรียนก่อนหรือไม่ นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุดเพื่อช่วยเหลือกลุ่ม หรืออาจจะไม่ได้เลย ถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนฐานเกิน 10 คะแนน และมีการแจ้งผลคะแนนให้นักเรียนทุกคนทราบก่อนที่จะเรียนในวงจรปฏิบัติการต่อไป

#### 9.1.7 ขั้นการคิดคะแนนกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

กลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกินกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จัดระดับของกลุ่มเพื่อรับรางวัลเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มเก่ง และมอบรางวัลตามที่ตกลงกันไว้ให้กับกลุ่มที่ประสบผลสำเร็จ ดังที่ Joyce and Weil (1986) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องตั้งรางวัลไว้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้มากขึ้น และพยายามปรับพฤติกรรมของตนเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

## 9.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.09 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 32 คน จากนักเรียน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 78.05 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผ่านเกณฑ์จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริรัชชัช ร่วมจิต (2545) และ ประภาพรธมนานาภา (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนดังกล่าว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้งานวิจัยของ จันทิมา สุริยนต์ (2545) พิพัฒน์ สอนพัลละ (2545) และสำเนียง กิจขุนทด (2552) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้นอกจากจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นแล้ว ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่มที่ดีขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีการร่วมกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นักเรียนเกิดทักษะการทำงานกลุ่ม จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนเกิดการเข้าใจและรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองได้ดีขึ้น มีความรับผิดชอบร่วมศึกษา อภิปราย แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล นักเรียนเก่งต้องช่วยเหลือนักเรียนอ่อนในการเรียนรู้ หรือการฝึกทักษะอื่น ๆ ร่วมกัน เช่น การเสียดสี ชื่อสัตว์ ออกทวน เป็นต้น เป็นการปลูกฝังลักษณะนิสัยที่ดีของการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาท หน้าที่ รู้และตระหนักในคุณค่าของตนเองมากขึ้น และการทำงานกลุ่มยังช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะทางสังคมด้วย ดังที่ Joyce and Weil (1986) กล่าวว่า การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นเทคนิควิธีการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนด้านสติปัญญาและด้านสังคม ซึ่งมนุษย์เราอยู่ในสังคมย่อมมีความสัมพันธ์อันดีระหว่างตนเองกับผู้อื่น ซึ่งสามารถพัฒนาโดยใช้เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้

## 10. ข้อสังเกตจากการวิจัย

10.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD ในช่วงแรกนักเรียนยังไม่เห็นความสำคัญของเพื่อนในกลุ่มมากนัก เมื่อผ่านไปครบวงจรปฏิบัติการนักเรียนเริ่มเข้าใจถึงบทบาทของตนเองจึงมีการช่วยเหลือกันมากขึ้น

10.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD ควรจะมีการยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

10.3 การเสริมแรงยังมีส่วนสำคัญในการกระตุ้นการแสดงพฤติกรรมของนักเรียนและยังเป็นสิ่งที่เพิ่มเติมความเชื่อมั่นให้กับนักเรียนที่ไม่มีความมั่นใจในตนเองอีกด้วย เช่น การให้คะแนน คำชมเชย การให้รางวัล เป็นต้น

10.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ผู้วิจัยจะต้องกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามนำก่อน

10.5 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ อาจทำในลักษณะของการแสดงผลงานโดยติดบนกระดาน แทนการออกมานำเสนอ อธิบายหน้าชั้นเรียนเพื่อนำเสนอก็ได้ หากเวลาไม่เอื้อต่อการจัดกิจกรรม

