

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปราย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างชุดพัฒนาการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อใช้ชุดพัฒนาการทดลองที่สร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมเมื่อใช้กิจกรรมแบบดั้งเดิม และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย และได้ผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### 4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

4.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อใช้ชุดพัฒนาการทดลองที่สร้างขึ้นและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อใช้กิจกรรมแบบดั้งเดิม หัวข้อ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบ พบว่าแผนการสอนทั้งสองแบบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

4.1.2 ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 และนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จากนั้นใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบของ ดร.ปกรณ์ ประจัญบาน อาจารย์ประจำสาขาวิจัย วัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งได้พัฒนาขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2550 แบบทดสอบที่เหมาะสมควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 และค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.5 จากผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.71 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของครอนบาช (Cronbach) เท่ากับ 0.8942 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) เท่ากับ 0.9033 และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของลิฟวิงสตัน (Livingston) เท่ากับ 0.9108 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.1.3 ประสิทธิภาพของแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสม พบว่าแบบวัดเจตคติดังกล่าวมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

#### 4.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองของภาคเรียนที่ผ่านมา

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิชาเคมี ภาคเรียนที่ผ่านมา ของนักเรียนมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย นำคะแนนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาจัดเป็น 2 กลุ่ม จากนั้นนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ภาคเรียนที่ผ่านมาของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย t-test for two related sample ได้ค่า t เท่ากับ 0.8187 และค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significant, Sig.) เท่ากับ 0.7095 ซึ่งค่า Sig. มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า คะแนนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งชี้ให้เห็นว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.3 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง หัวข้อ ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และประมวลผลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์คะแนนของ ดร.ปกรณ์ ประจัญบาน ข้อมูลทางสถิติของการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แสดงดังตารางที่ 4-1 และ ตารางที่ 4-2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติ t-test และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบระหว่างเรียนและทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	Mean	S.D.	% of Mean	t	Sig.
ระหว่างเรียน	39	20	12.77	1.61	63.85	-8.63	1.0000
หลังเรียน	39	20	14.95	2.19	74.74	-0.15	1.0000

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติ t – test และระดับนัยสำคัญทางสถิติของ การทดสอบระหว่างเรียนและทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	คะแนน เต็ม	Mean	S.D.	% of Mean	t	Sig.
ระหว่างเรียน	42	20	16.38	2.70	81.90	3.32	0.0009
หลังเรียน	42	20	16.43	1.27	82.14	7.28	0.0000

พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 81.90/82.14 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมแบบดั้งเดิม มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 63.85/74.74 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สาเหตุที่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนได้ศึกษาการหาแก๊ซอัตร การหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ ( $E_a$ ) เพิ่มเติมจากแบบเรียน โดยผ่านการทดลองแก่เพียงปฏิกิริยาเดียวเท่านั้น นักเรียนจึงมีการเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากขึ้น สามารถแยกแยะสาเหตุของผลของอุณหภูมิกับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีขึ้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์คะแนนของ ดร.ปกรณ์ ประจัญบาน แสดงดังภาพที่ 4-1

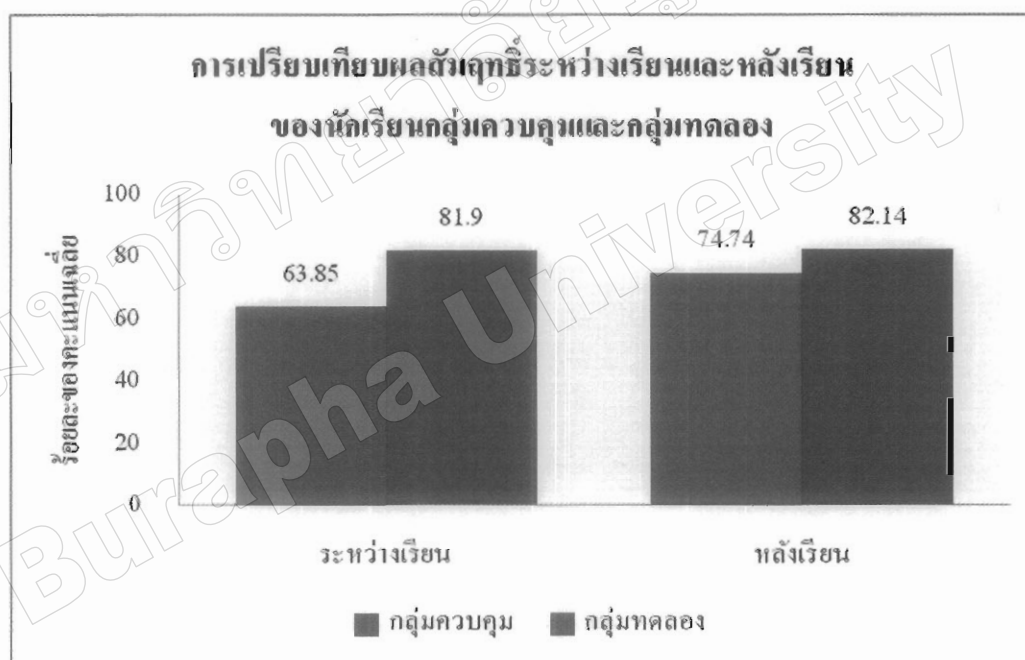


ภาพที่ 4-1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลอง ค่าคะแนนเฉลี่ยของก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 4.29 และ 16.43 ตามลำดับ ค่าสถิติ  $t$ -test ได้ค่า  $t$  เท่ากับ 39.69 และค่า Sig. (1-tailed) เท่ากับ 0.0000 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับกลุ่มควบคุม ค่าคะแนนเฉลี่ยของก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 4.10 และ 14.95 ตามลำดับ ค่าสถิติ  $t$ -test ได้ค่า  $t$  เท่ากับ 23.91 และค่า Sig. (1-tailed) เท่ากับ 0.0000 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ถึงแม้ว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน แต่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อใช้ชุดพัฒนาการทดลองที่สร้างขึ้นและกลุ่มควบคุมเมื่อใช้กิจกรรมแบบดั้งเดิม พบว่ากลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลองได้ศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยผ่านการทดลองแค่เพียงปฏิกิริยาเดียวเท่านั้น นอกจากนี้ได้ศึกษาการหาผลอัตราการทดลอง การคำนวณหาอันดับของปฏิกิริยาเทียบกับความเข้มข้นของ

สารตั้งต้นแต่ละชนิด การคำนวณหาค่าคงที่อัตรา และการคำนวณหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ โดยศึกษาจากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่อค่าคงที่อัตรา ซึ่งเป็นเนื้อหาความรู้เพิ่มเติมจากแบบเรียน สสวท. นักเรียนจึงสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาของปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากและชัดเจนขึ้น โดยผ่านจากชุดพัฒนาการทดลองแค่เพียงปฏิกิริยาเดียวเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่อย่างไรก็ตามร้อยละคะแนนเฉลี่ยทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยนำคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มประเมินผลโดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อใช้ชุดพัฒนาการทดลอง ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

การทดสอบที (t - test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระแก่กัน (Dependent sample) พบว่าได้ค่า t เท่ากับ 3.755 และค่า Sig. (I-tailed) เท่ากับ 0.0004 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า คะแนน

หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่าคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.5 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง

ผู้วิจัยได้วัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลองที่สร้างขึ้น จากนั้นแปลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS ข้อมูลทางสถิติของแต่ละประเด็นของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดพัฒนาการทดลองแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของประเด็นเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.3333	0.4771
2. ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับผลของความเข้มข้น	4.2857	0.4572
3. ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิ	4.3333	0.4771
4. ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับผลของตัวเร่งปฏิกิริยา	4.2619	0.5437
5. ทำให้สามารถคำนวณหาค่าคงที่อัตราและอันดับปฏิกิริยาได้	4.3571	0.4850
6. ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4.3095	0.6044
7. มีความถูกต้อง ทันสมัย เป็นปัจจุบัน	4.2857	0.5962
8. มีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.4048	0.4968
9. ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการทดลอง	4.4762	0.5516
10. ได้ใช้เทคโนโลยีในการวิเคราะห์ข้อมูล	4.3095	0.5626
11. ได้ฝึกทักษะการนำเสนอข้อมูลและอภิปรายผลการทดลอง	4.2381	0.5763
12. กิจกรรมน่าสนใจ และส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.2381	0.6172
13. ได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.5714	0.5009
14. สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.4762	0.5055
15. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	4.1190	0.6326

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลองอยู่ระหว่าง 4.1190 – 4.5714 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลองได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการกลุ่มในการทดลอง

#### 4.6 การอภิปรายผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดพัฒนาการทดลอง

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลการทดลองมาคำนวณหาอันดับของปฏิกิริยาเทียบกับ  $[S_2O_8^{2-}]$  และ  $[I^-]$  ตามลำดับ พบว่า ได้ผลการคำนวณดังตาราง 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการคำนวณเกี่ยวกับอันดับของปฏิกิริยาเทียบกับ  $[S_2O_8^{2-}]$  และ  $[I^-]$  ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อันดับของปฏิกิริยา เมื่อเทียบกับ	นักเรียนกลุ่มที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$[S_2O_8^{2-}]$	0.9933	1.0086	1.0134	1.0112	1.2245	1.3883	1.0178	1.1056
$[I^-]$	0.9800	0.9700	1.0734	1.0015	1.2327	1.1126	1.0092	1.0567

ค่าอันดับของปฏิกิริยาที่ถูกต้องสำหรับชุดพัฒนาการทดลองเทียบกับ  $[S_2O_8^{2-}]$  และ  $[I^-]$  เมื่อคิดเป็นเลขจำนวนเต็ม เท่ากับ 1 และ 1 ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการคำนวณเกี่ยวกับอันดับของปฏิกิริยา พบว่า โดยภาพรวม นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าจริง ยกเว้น กลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6 จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลองของผู้วิจัย พบว่า ทักษะการตรวจสอบสารของนักเรียนบางกลุ่มไม่ถูกต้อง เช่น บางกลุ่มตรวจสอบสารมากกว่าขีดปริมาณที่กำหนด บางกลุ่มตรวจสอบน้อยกว่าขีดปริมาณที่กำหนด สาเหตุเกิดจากนักเรียนสังเกตโค้งงอกลางของสารละลายกับขีดปริมาณไม่อยู่ในระดับสายตาจึงทำให้ปริมาณของสารละลายคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารละลายที่คำนวณได้ผิดพลาด และเมื่อนำความเข้มข้นมาคำนวณหาอันดับปฏิกิริยาจึงได้ผลการคำนวณผิดพลาด