

การสร้างชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการวัดและ การคำนวณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมวิไล

The Construction of an Experimental Set in Stoichiometry to Develop Measuring
and Calculating Skills of Mattayomsuksa 5 Students at Pathumwilai School

วิริยะ สุขช่วย* และปรานอม ขาวเมฆ**

*นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

**อาจารย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ 2) เพื่อพัฒนาทักษะการวัดและการคำนวณ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อชุดการทดลองของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนปทุมวิไล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 25 คนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการทดลองมีประสิทธิภาพทางการศึกษา 81.60/84.40 (ทักษะการวัด) และ 82.80 (ทักษะการคำนวณ) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยนักเรียนมีทักษะการวัดและทักษะการคำนวณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ($p < 0.01$) และนักเรียนความพึงพอใจต่อชุดการทดลองของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดการทดลอง, ปริมาณสัมพันธ์, รายวิชาเคมี, ทักษะการวัด, ทักษะการคำนวณ

Abstract : The objectives of the research were (1) to build and evaluate the efficiency of an experimental set of stoichiometry and to use it for teaching in stoichiometry (2) to study the measuring skill and the calculating skill of students and (3) to study the satisfaction toward the experimental set of students. The target groups were 25 students who are studying in Muttayomsuksa 5/11 at Pathumwilai School in the first semester of year 2014. The results showed the efficiency of an experimental set was 81.60/84.40 (the measuring skill) and 82.80 (the calculating skill) which were higher than the criterion. The student achievement via t-test showed that the measuring skill and the calculating skill of the post-test higher than pre-test which was significantly at .01 ($p < 0.01$) Furthermore, the satisfaction to an experimental set of the students was at the good level.

Keywords : Experimental set, Stoichiometry, Chemistry, Measuring skill, Calculating skill

บทนำ การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และประเทศ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการคิด แก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เข้าใจธรรมชาติ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยกรลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น (หลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน. 2551)

สภาพการเรียนการสอนของชั้นเรียนในปัจจุบัน ครูผู้สอนมักใช้รูปแบบการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered) โดยใช้วิธีบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ เนื่องจากประสบปัญหาในด้านผู้เรียนในห้องมีจำนวนมาก ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์ได้เท่ากันทุกคน เนื่องจากความสามารถที่ต่างกันของนักเรียน (อัครเดช จานงธรรม. 2549) ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต้องพัฒนาผู้เรียนให้ได้ฝึกทักษะการคิด แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติจริง เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิด การวิเคราะห์ ตลอดจนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถเหล่านี้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้สูงขึ้นตามมาเช่นกัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นทักษะสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความกระตือรือร้น เพิ่มความคงทนของความรู้ ตลอดจนช่วยให้เข้าใจวิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะเหล่านี้สามารถได้มาจากการเรียนรู้จากการทำการทดลอง (Sevilay. 2011) ดังนั้น ปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ คือ การจัดการกระบวนการจัดการเรียนรู้และสื่อการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม แต่จากการศึกษาสภาพจริงของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การเรียนการสอนยังเป็นรูปแบบเดิม คือ การสอนแบบบรรยาย เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ทำให้ผู้เรียนขาดการมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ ไม่เข้าใจในการคำนวณ เพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหาทางเคมีคำนวณ ประกอบกับเนื้อหาในหลักสูตรมากและเป็นนามธรรม แต่มีเวลาในการสอนจำกัด ผู้เรียนไม่สามารถทำการทบทวนบทเรียนได้อย่างลึกซึ้ง ทำให้ผลการเรียนรู้วิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ

จากปัญหาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่า ผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมทักษะการวัดและการคำนวณ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนปทุมวิไล เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มากยิ่งขึ้น จากการเปลี่ยนเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมผ่านการทำการทดลองโดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้ทักษะการวัดและการคำนวณอย่างเต็มศักยภาพ มีส่วนร่วมและสนุกกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน และยังมีมุ่งหวังให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารให้สูงขึ้นเช่นเดียวกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการทดลอง และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาทักษะการวัดและการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนปทุมวิไล ปีการศึกษา 2557 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนปทุมวิไล ปีการศึกษา 2557

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมวิไล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 210 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

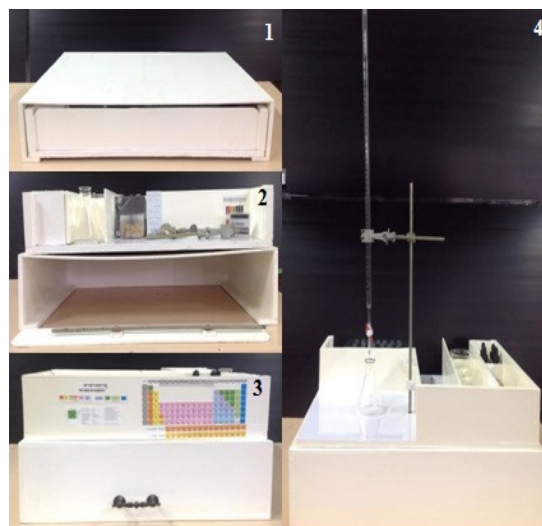
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งได้รับการคัดเลือกโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์
2. คู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สำหรับครูและนักเรียน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่เน้นทักษะการคำนวณ
4. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ ที่เน้นทักษะการวัด
5. แบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ปริมาณสัมพันธ์ ในหัวข้อความสัมพันธ์ของปริมาณสารในสมการเคมี, สารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละ
2. ศึกษาออกแบบและสร้างชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และคู่มือปฏิบัติการทดลองสำหรับครูและนักเรียน (โซ สาลีฉิน. 2557)



ภาพ 1 แสดงชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์*

* คำอธิบายใต้ภาพแต่ละหมายเลข;

- 1.รูปชุดการทดลองมีลักษณะคล้ายลิ้นชัก
- 2.รูปชุดการทดลองด้านหน้า
- 3.รูปชุดการทดลองด้านข้าง
- 4.รูปการติดตั้งชุดการทดลองเมื่อต้องการใช้งาน

3. ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ แบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียน

4. ประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการทดลอง, คู่มือปฏิบัติการทดลอง, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

5. ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยที่ค่าความยากง่าย (p) ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80, ค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่า 0.2 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556)

6. ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และรวบรวมเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้

7. นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

จากการวิจัย โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีดังนี้

1. หาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดการทดลอง เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ตามเกณฑ์ 80/80 จากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีได้ถูกต้อง

2. วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. เปรียบเทียบทักษะการวัดที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการและทักษะการคำนวณที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Samples (สุวิมล ติรภานันท์. 2556)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดการทดลองของนักเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.45	0.45	ดี
2. ลักษณะการใช้งาน	4.44	0.46	ดี
3. การบำรุงรักษาและซ่อมแซม	4.40	0.38	ดี
4. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน	4.52	0.41	ดีมาก
ภาพรวม	4.47	0.28	ดี

2. คู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ มีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในการวิจัยในชั้นเรียนได้ โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.89 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการมีค่าเท่ากับ 0.20

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ตามเกณฑ์ 80/80

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ผลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวนนักเรียน (25 คน)	pre-test (20)	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน				รวม (30)	post-test (20)	E_1	E_2
		การทดลองที่							
		1 (10)	2 (10)	3(10)					
\bar{X}	5.65	6.75	8.67	8.96	24.48	16.88	81.60	84.40*	
SD	2.46	1.48	1.31	0.84	2.52	2.39			
ร้อยละ	28.26	67.50	86.67	89.60	81.60	84.40			
\bar{X}	5.43					16.56	82.80**		
SD	1.75					2.65			
ร้อยละ	27.17					82.80			

* คือ ค่าประสิทธิภาพของนักเรียนที่ได้จากการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ

** คือ ค่าประสิทธิภาพของนักเรียนที่ได้จากการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

จากตาราง 2 ประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น E_1/E_2 มีค่าเท่ากับ 81.60/84.40 (ทักษะการวัด), 82.80 (ทักษะการคำนวณ) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ โดยที่ค่า 81.60 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมในแต่ละการทดลอง ส่วนค่า 84.40 คือประสิทธิภาพของร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการวัด และค่า 82.80 คือประสิทธิภาพของร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ หลังการเรียนของนักเรียน (post-test)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะการวัดและการคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏดังตาราง 3 และ 4

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทักษะการวัดเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ			
		\bar{X}	ร้อยละคะแนนที่ได้	SD	t-test
ก่อนเรียน	25	5.65	28.26	2.46	18.83
หลังเรียน	25	16.88	84.40	2.39	

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทักษะการคำนวณเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ			
		\bar{X}	ร้อยละคะแนนที่ได้	SD	t-test
ก่อนเรียน	25	5.43	27.17	1.75	16.93
หลังเรียน	25	16.56	82.80	2.65	

จากตาราง 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนของทักษะการวัดหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (16.88 หรือร้อยละ 84.40) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (5.65 หรือร้อยละ 28.26) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($p < 0.01$) และจากตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนของทักษะการคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (16.56 หรือร้อยละ 82.80) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (5.43 หรือร้อยละ 27.17) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($t\text{-test} = 16.93$)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียน

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง

รายการ	คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
1. ด้านการบรรลุวัตถุประสงค์ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง	4.31	มาก
2. ด้านการออกแบบชุดการทดลองของผู้วิจัย	4.46	มาก
3. ด้านการนำชุดการทดลองไปใช้และการเก็บรักษา	4.28	มาก
4. ด้านผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง	4.36	มาก
5. ด้านความพึงพอใจโดยรวมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง	4.36	มาก
ภาพรวม	4.35	มาก

จากตาราง 5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เมื่อแปลผลเทียบกับเกณฑ์ พบว่า ความพึงพอใจต่อชุดการทดลองของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงตามลำดับ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบชุดการทดลองของผู้วิจัย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.46$) รองลงมาคือด้านความพึงพอใจต่อผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$) และด้านความพึงพอใจโดยรวมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$) ซึ่งทั้ง 2 ด้าน นักเรียนมีความพึงพอใจที่เท่ากัน รองลงมาคือ ด้านการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$) และสุดท้ายคือด้านการนำชุดการทดลองไปใช้และการเก็บรักษา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$)

อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพทางการศึกษาโดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60/84.40 (ทักษะการวัด), 82.80 (ทักษะการคำนวณ) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากเหตุผลหลายประการ ดังนี้

ประการที่ 1 เนื่องจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการวัดจากการทดลองเป็นหลัก เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองบ่อย ๆ ทักษะการวัดของนักเรียนจะได้รับการพัฒนาสูงขึ้น จนเกิดเป็นความชำนาญ เข้าใจหน้าที่ของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ทดแทนอุปกรณ์ที่ไม่สามารถจัดหาเข้ามาใช้งานได้ในห้องเรียนได้

ประการที่ 2 เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองเป็นประจำ นักเรียนจะได้ฝึกและพัฒนาทักษะการคำนวณ เนื่องจากค่าต่าง ๆ ที่ได้มาจากการทดลอง นักเรียนจะต้องนำค่านั้นไปใช้ในการคำนวณเพื่อนำมาใช้ในการรายงานผลการทดลองต่อไป ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน เข้าใจทันทีว่าโจทย์กำหนดสิ่ง

โตมาให้และควรมีขั้นตอนวิธีอย่างไรในการคำนวณและใช้กระบวนการคณิตศาสตร์ในการคิดเลขเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง รวมถึงนักเรียนเข้าใจที่มาที่ไปถึงเนื้อหาเคมีที่เป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้นจากการใช้ชุดการทดลอง รวมถึงนักเรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจ เช่นเดียวกับพรวิติ มโนพญา (2545) กล่าวว่า ชุดทดลองส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรม เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดีขึ้น สามารถคิด แก้ปัญหา ค้นคว้า สรุปหลักการ หาความรู้ด้วยตนเองจากการทดลอง มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ประการที่ 3 การเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่จำเป็นต้องเรียนแบบบรรยาย เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นหลัก ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจใฝ่รู้ เกิดการเรียนรู้ เข้าใจและจดจำเนื้อหาได้อย่างดีและรวดเร็ว เนื่องจากนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์การเรียนรู้จากการทดลอง (Avi, Relly and Mira. 2004) รวมถึงยังส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อีกเช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพของชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ อยู่ในระดับดี และมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการวัดและการคำนวณของนักเรียนได้

2. ทักษะการวัดและทักษะการคำนวณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) นั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความชำนาญและคุ้นชินกับหน้าที่และการใช้งานอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถบอกหน้าที่และเลือกใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงที่มาที่ไปในเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้นำไปใช้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการคำนวณตั้งแต่ข้อที่ง่ายจนถึงซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราพรรณ มีแวง (2550) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองเรื่อง สมบัติของแสงโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย และพบว่านักเรียนเห็นด้วยต่อการเรียนด้วยวิธีทดลอง โดยใช้ชุดการทดลองที่สร้างขึ้นและมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

3. ความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.35$) เนื่องจากการทำการทดลองในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำการจัดอุปกรณ์แต่ละอย่างจัดชุดวางไว้ในตะกร้าด้วยตนเอง แต่ชุดการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อุปกรณ์ถูกบรรจุไว้อย่างครบครัน และพร้อมใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยออกแบบเพื่อให้ชุดการทดลองสามารถทำการทดลองได้อย่างหลากหลาย จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน มีพฤติกรรมทางด้านบวกจากการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำให้นักเรียนมีความสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีปฏิสัมพันธ์และพึ่งพาซึ่งกันและกัน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนคนเดียว (Marcy, Kelley, and Amanda, 2000) สนใจใฝ่เรียนรู้ที่จะเก็บเกี่ยวประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการต่อยอดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

สรุปผล

ชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถส่งเสริมทักษะการวัดและทักษะการคำนวณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการทดลองเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก เนื่องจากชุดการทดลองช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการวัดและการคำนวณจากการทดลองได้อย่างเต็มที่ และเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การนำชุดการทดลองไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด นักเรียนควรศึกษาชุดการทดลองและคู่มือปฏิบัติการทดลองให้ชัดเจน และควรได้รับการปรับพื้นฐานด้านการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองอย่างเหมาะสม
2. ควรให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองมากขึ้น มีอิสระในการเรียนรู้ ได้ฝึกการใช้อุปกรณ์ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้คิดและจดจำการใช้งานอุปกรณ์ด้วยตนเอง
3. เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากขึ้นแล้ว ควรมีการสอนทั้งการทดลองควบคู่กับการบรรยายโดยใช้แบบฝึกหัดการคำนวณให้มากขึ้น จะสามารถทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคำนวณให้สูงขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- จิราพรรณ มีแวว. (2550). **ประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย**. ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- โซ สาลีฉิน. (2557). **เทคโนโลยีพื้นฐาน การสร้างสื่อการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรวิดี มโนพญา. (2545). **การสร้างชุดทดลองเพื่อศึกษาสมบัติและทฤษฎีจลน์ของก๊าซ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- ศิริชัย กาญจนवासี. (2556). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ติรกานนท์. (2556). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **หนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- อัครเดช จำนงธรรม. (2549). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม**. สารนิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

- Avi, H., Relly, S., and Mira, K., (2004). Providing High School Chemistry Students with Opportunities to Develop Learning Skills in An Inquiry-Type Laboratory: A Case Study. **International Journal of Science Education**, 26(1), 47-62.
- Marcy, H. T., Kelley, K., and Amanda, F. (2000). An Action Research Project: Student Perspectives on Small-Group Learning in Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 77(1), 111-115.
- Sevilay, K. (2011). Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers Using I Diagrams. **Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education**, 3(1), 26-38.