

The Effect of the Instruction by Project-Based Learning (PBL) on the Student's Achievement in Science Subject and Problem-Solving ability of Secondary School Students

Orasa Charoontham¹

Received	Reviewed	Revised	Accepted
01/11/2562	08/11/2562	02/12/2562	15/01/2563

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare achievement in learning science subject between experimental group and control group 2) compare achievement in learning science subject between pretest and posttest of experimental group 3) compare problem-solving ability between experimental group and control group 4) compare problem-solving ability between pretest and posttest of the experimental group. The samples were 77 Mathayomsuksa two students Boonkumrachbamrung school, Pathum Thani, selected by simple random sampling. The samples were divided into two groups; the experimental group used the instruction by Project-Based Learning (PBL) and the control group was taught using the conventional approach. The research instruments were 1) lesson plans on teaching science by PBL in the structure of the Earth topic 2) an achievement test in the structure of the Earth topic, included 20 items with the reliability = 0.84, the item discrimination = 0.21-0.97, and the item difficulty = 0.2-0.76 3) a test of problem-solving ability, included 20 items with the reliability = 0.70, the item discrimination = 0.21-0.79, and the item difficulty = 0.22-0.77.

The research results were as follows: (1) After the experiment, achievement in learning science subject of the experimental group and the control group were significantly different at the statistical level of 0.05. (2) After the experiment, the experimental group had the achievement in learning science subject higher than before

¹ Lecturer at the Chemistry and General Science Curriculum, Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University, Email : orasa74@gmail.com

the experiment at the statistical level of.05. (3) After the experiment, the problem-solving abilities of the experimental group and the control group were significantly different at the statistical level of.05. and (4) After the experiment, the experimental group had the problem-solving ability higher than before the experiment at the statistical level of.05.

Keywords: Project-based Learning Management, Science Learning Achievement, Problem Solving Ability

ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

อรสา จรูญธรรม²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 77 คน ซึ่งได้มาแบบสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 มีค่ามีอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.21-0.97 ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.2-0.76 (3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 มีค่ามีอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.21-0.79 มีค่าความยากง่ายรายข้อระหว่าง 0.22-0.77 ทั้งนี้ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มี

² อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (เคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์, ความสามารถในการแก้ปัญหา

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ และการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในทุกประเทศทั่วโลก อันส่งผลกระทบต่อพลเมืองที่จะต้องปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสม และมีความรู้ความสามารถในการเป็นทรัพยากรบุคคล มีความสามารถในการทำงาน การวิจัย และการพัฒนานวัตกรรม เพื่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเป็นส่วนสำคัญที่จะพัฒนาประเทศได้ (Howard, 2018; Pellengrio and Hilton, 2009) ในประเทศไทยมีการตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงนี้ โดยสะท้อนให้เห็นได้จากนโยบายต่าง ๆ ในการพัฒนาประเทศ เช่น การกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 และ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นการกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ รวมถึงในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 24 (5) ระบุว่า “ ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ ” จากทั้งหลักสูตรแกนกลาง และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะ เจตคติ ผ่านการลงมือทำ การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง การได้ฝึกเป็นนวัตกรรม เป็นแนวทางสำคัญ ทั้งนี้กลวิธีการพัฒนาผู้เรียนเพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันนี้ การฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ อันจะนำผู้เรียนให้มีทักษะการแสวงหาความรู้ และทักษะพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

สถานการณ์ในปัจจุบันพบว่า การเตรียมความพร้อมทรัพยากรบุคคลของไทยให้มีขีดความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมยังมีอย่างจำกัด และผลการทดสอบจากหลายหน่วยงานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลในส่วนนี้ยังมีอยู่ในระดับต่ำ และผู้เรียนมีขีดความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างจำกัด (OECD, 2012) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาว่าการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการวิจัย และพัฒนานวัตกรรม รวมถึงเป็นแนวทางที่จะส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น แนวทางหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (PBL: Project Based Learning) เพราะการทำโครงงานนั้นใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการวิจัย และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ (Pimpan Dachakupt and Payao Yindeesuk, 2016)

ดังนั้นการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงได้เปลี่ยนแปลงหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาเป็นหลักสูตรที่เน้นทักษะกระบวนการ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าในตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากเรียนสูงขึ้น อันจะส่งผลถึงการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และวิชาที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป (Wattana Makkasman, 1996, Pimpan Dachakupt and Payao Yindeesuk, 2016)

จากการศึกษาสถานการณ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐานในปัจจุบัน พบว่าการทำโครงงานเป็นเรื่องอยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจขั้นตอนในการทำโครงงาน ทำให้วางแผนไม่ได้ตลอดจนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ไม่ตรงประเด็นปัญหา ขาดความรับผิดชอบไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนการทำโครงงานยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะหาแนวทางพัฒนาผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีสมรรถภาพพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ความสามารถในการดำรงชีวิต และการทำงานในบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลง รวมถึงตอบสนองต่อความต้องการของประเทศ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ตระหนักถึงบทบาทของตนในการแสวงหาความรู้ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันตามที่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

วิธีการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group pretest-posttest design (Choosri Wongratana and Ong-art Naiyapatana, 2008 : 55) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม สอบก่อน ตัวแปรอิสระ สอบหลัง
$E_1 T_{1E1} X_1 T_{2E1}$
$E_2 T_{2E2} X_2 T_{2E2}$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- E_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งได้รับการเรียนรู้แบบปกติ
- T_{1E1} แทน การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1
- T_{2E2} แทน การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2
- X_1 แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- T_{2E1} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1
- T_{2E2} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2

2. ประชากรและตัวอย่างการวิจัย

2.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 15 ห้องเรียน

2.2 ตัวอย่างการวิจัย ตัวอย่างการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 2 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 77 คน ซึ่งมีขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. สุ่มระดับชั้นเรียน ผู้วิจัยสุ่มระดับชั้นเรียนที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก โดยได้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีจำนวน 2 ห้องเรียน

2. สุ่มห้องเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยสุ่มห้องเรียนเพื่อจัดเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ได้ผลดังนี้ (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และ (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนา คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1.1) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบที่มุ่งวัด (item objective congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Wathna Soonthorndhai, 2004: 19-21) ซึ่งผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบรายข้อมีค่าเท่ากับ 1

1.2) ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีการหาความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Wathna Soonthorndhai, 2004: 60-67) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.84 นอกจากนี้ผู้วิจัยตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.21 - 0.97 อีกทั้งตรวจสอบความยากง่ายรายข้อ พบว่า มีค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.20 - 0.76 ซึ่งถือว่าแบบทดสอบวัดที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย 1 คน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 2 คน พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบที่มุ่งวัด (item objective congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Wathna Soonthornchai, 2004: 19-21) ซึ่งผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดรายข้อ มีค่าเท่ากับ 1

1.2 ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีการหาความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Wathna Soonthornchai, 2004: 60-67) พบว่า แบบวัดมีความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.70 นอกจากนี้ผู้วิจัยตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า แบบวัดมีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.21 - 0.79 อีกทั้งตรวจสอบความยากง่ายรายข้อ พบว่า แบบวัดมีความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.22 - 0.77 ซึ่งถือว่าแบบทดสอบวัดที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 **ขั้นเตรียม** ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างภายในของโลก และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการสอน และเอกสารสำหรับใช้ในการสอน

4.2 **ขั้นตอนการทดลอง** ดังนี้ (1) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (2) ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนรู้แบบปกติ (3) หลังจากทดลองสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทดสอบหลังเรียนหลังกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างโลก และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดิม (4) ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และบันทึกคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. **การวิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test Independent Sample

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ t-test dependent Sample

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test Independent Sample

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ t-test dependent Sample

ผลการวิจัย

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	X	S.D	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	39	20	14.36	3.64	3.423*	.001
กลุ่มควบคุม	38	20	11.21	4.38		

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 14.36 และ 3.64 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 11.21 และ 4.38 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	X	S.D	t	Sig.
ก่อนเรียน	39	20	10.85	3.91	5.616*	.000
หลังเรียน	39	20	14.36	3.64		

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็น 10.85 และ 3.91 ตามลำดับ และมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเป็น 14.36 และ 3.64 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	X	S.D	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	39	20	10.82	2.91	2.541*	.001
กลุ่มควบคุม	38	20	9.81	2.70		

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 10.82 และ 2.91 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 9.81 และ 2.70 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	X	S.D	t	Sig.
ก่อนเรียน	39	20	7.82	2.82	8.964*	.000
หลังเรียน	39	20	10.82	2.91		

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 4 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็น 7.82 และ 2.82 ตามลำดับ และมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเป็น 10.82 และ 2.91 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาหระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและนักเรียนทุกคนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองอย่างทั่วถึง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ฝึกการทำงานร่วมกัน จึงส่งผลให้เกิดความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น มีทักษะในการปฏิบัติมากขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Anchali Thongaim (2018) และ Lutfee Dawloh (2016) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติที่ละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิด ได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการเปลี่ยนวิธีการบรรยายการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นกิจกรรมเอง ทั้งนี้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมด้วยตนเองอย่างทั่วถึง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดกระบวนการคิด การอภิปราย การค้นหาความรู้ด้วยตนเอง อันส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น มีกระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลขึ้น ความรู้ที่คงทนขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Rosnapa Rasu (2016), และ Maythawee Soranet (2017) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติที่ละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิด ได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักสังเกตและแก้ปัญหาสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถแสดงออกในสิ่งที่คิด

ได้อย่างอิสระ รวมถึงเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนอยู่เสมอ ทั้งยังฝึกให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในการคิด วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Tamba, Motlan and Turnip (2017) ; Trop, L., & Stage. (2002) ที่กล่าวว่า การศึกษาปัญหาที่ผู้เรียนไม่มีข้อมูลความรู้มาก่อน ผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหา การวินิจฉัย และการคิดอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ไขปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ความสามารถในการแก้ไขปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักสังเกตและแก้ปัญหาสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถแสดงออกในสิ่งที่คิดได้อย่างอิสระ รวมถึงเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนอยู่เสมอ ทำให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ไขปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Supamas Tientong (2010) ; Tamba, Motlan and Turnip (2017) ; Trop, L., & Stage. (2002), ที่กล่าวว่า การใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหจะทำให้ผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่ผู้ทำรวมถึงครูที่ปรึกษาไม่รู้คำตอบของการทำโครงงานล่วงหน้า ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาระหว่างการทำโครงงานจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการการวินิจฉัย การคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อตั้งสมมติฐาน ตลอดจนการคาดคะเนแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ลงมือแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานควรจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการค้นหาความรู้ ตลอดจนคำนึงถึงความต้องการและความสนใจของนักเรียนเป็นสำคัญ

1.2 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องไม่บอกคำตอบแก่นักเรียน แต่ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่เป็นโค้ช (Coach) โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ตลอดจนค้นหาคำตอบด้วยตัวของตัวเอง

References

- Anchali Thongame (2018). "PROJECT-BASED LEARNING FOR DEVELOPING STUDENT IN THE 21st CENTURY". *Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science)*, 8 (3): 185-199. [In Thai].
- Choosri Wongratana and Ong-art Naiyapatana. (2008). *Experimental research design and statistics: basic concepts and methods*. Bangkok: Chulalongkorn University. [In Thai].
- Howard (2018). "Twenty-First Century Learning as a Radical Re-Thinking of Education in the Service of Life". *Education Science Sydney*, 8 (189): 2018
- Lutfee Dawloh (2016). *Effect of Project-Based Learning on Biology Achievement, Scientific Process Skills, and Attitude towards Science of Grade 11 Students*. Thesis of Master of Education in Teaching Science and Mathematics Prince of Songkla University. [In Thai].
- Maythawee Soranet (2017). "PROJECT-BASED LEARNING MANAGEMENT TO DEVELOP COMPUTER LEARNING ACHIEVEMENT AND PROJECT WORK ABILITIES FOR MATTHAYOMSUKSA III STUDENTS". *Journal of Education and Social Development*, 13 (1): July - December 2017. [In Thai].
- OECD. (2012). *PISA 2012 Results in Focus*. (2016, November 1). Retrieved from.
- Pellengrio and Hilton (2009). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. The National Academies Press. Washington.
- Pimpan Dachakupt and Payao Yindeesuk (2016). *Teaching children to do project work: teach teachers to do operational research in the classroom*. Bangkok: Chulalongkorn University. [In Thai].
- Rosnapa Rasu (2016). *The Development of Instructional Package by Using Project-Based Learning on Biomolecules for Mathayomsuksa 4 Students*. Master of Education Independent Study (Educational Management): Naresuan University. [In Thai].
- Supamas Tientong (2010). *The Development of Problem Solving Abilities of Fifth Grade Student Taught by Problem-based Learning Approach*. Master's thesis (Curriculum and Supervision): Silpakorn University. [In Thai].

- Tamba, Motlan, and Turnip (2017). "The Effect of Project-Based Learning Model for Students' Creative Thinking Skills and Problem Solving". *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 7 (5): September–October, p 67-70.
- Trop, L., & Stage. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wathna Soonthorndhai. (2004). *Study statistics with SPSS: Research Tools Sector Analysis and Test analysis*. Bangkok: June Publishing. [In Thai].
- Wattana Makkasman. (1996). *The development of a project-based instructional model for enhancing the self-esteem of kindergarteners*. Master of Education Thesis (Early Childhood Education): Chulalongkorn University. [In Thai].

