

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้แบบ โครงการฐานวิจัยของครูห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เครือข่ายภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

สุระ วุฒิพรหม^{1,3*} กานต์ตะวันรัตน์ วุฒิสেলা^{2,3} และรัชภาคย์ จิตต์อารี⁴

¹ภาควิชาฟิสิกส์ ²ภาควิชาเคมี และ³ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

⁴ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 21 ธันวาคม 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 6 มิถุนายน 2559

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการฐานวิจัยในสองประเด็นย่อย ได้แก่ ปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จจากมุมมองของครู และความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครู กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยซึ่งชักตัวอย่างมาอย่างเจาะจง ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่เป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เครือข่ายภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 71 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถามปลายเปิด เพื่อให้ครูระบุสาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จ และแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย เป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ วัดทักษะวิจัย 6 ทักษะ ได้แก่ ระบุและควบคุมตัวแปร ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กราฟและการตีความหมาย ข้อมูล การออกแบบการทดลอง และการตั้งคำถามวิจัย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 50 ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จเกิดความไม่มั่นใจในศักยภาพตนเองของครู และเกิดจากความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครูมีค่าเท่ากับร้อยละ 69

คำสำคัญ: โครงการฐานวิจัย ครูวิทยาศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

Factors Affecting the Success of Research-Based Learning Used by Enrichment Science Classroom Teachers in the Lower Part of North-Eastern Thailand

Sura Wuttiprom^{1,3*}, Karntarat Wuttisela^{2,3} and Rachapak Chitaree⁴

¹Department of Physics, ²Department of Chemistry, and ³Research and Innovation in Science Education Center, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand;

⁴Department of Physics, Faculty of Science, Mahidol University, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

Received: 21 December 2015 Accepted: 6 June 2016

Abstract

The aim of this article was to identify two factors affecting the success of research-based learning, i.e., teachers' perspectives of difficulties using research-based learning and teachers' understanding of science research. A purposive study group of 71 science teachers was drawn from Enrichment Science Classroom teachers in the lower part of North-Eastern Thailand who fulfilled roles as science fair project advisers. The research tools consisted of open-ended questions that asked the teachers to identify reasons why research-based learning was not successful, and the research skill competency test containing 24 multiple-choice items with four options that assessed teachers' performances of research skills associated with identifying and controlling variables, formulating hypotheses, defining operationally, graphing and interpreting data, designing investigations, and formulating researchable questions. The findings revealed that 50% of the respondents did not have confidence in their ability. The average teachers' performance in the RSC test was 69%.

Keywords: Research based-learning, Science teachers, Enrichment science classroom

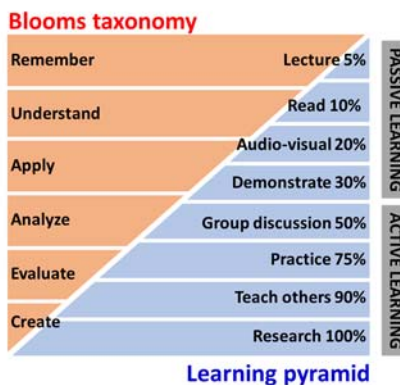
บทนำ

การพัฒนาความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งของการสร้างบุคคลให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

องค์การการศึกษาต่าง ๆ จึงได้บรรจุธรรมชาติวิทยา-ศาสตร์ไว้ในหลักสูตรระดับชาติทั้งไทยและต่างประเทศ ดังนั้นในการจัดการเรียนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องบูรณาการความรู้ความเข้าใจ

เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเข้าใจความหมาย ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ความเป็นเหตุเป็นผลในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ (NRC, 1996) อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเก่า (traditional teaching) ที่มุ่งให้ความรู้ (knowledge) แก่ผู้เรียนจำนวนมาก อาจเหมาะกับบริบทเมื่อ 100 – 200 ปีก่อน หากนำการเรียนการสอนดังกล่าวมาใช้ในยุคปัจจุบัน อาจส่งผลเสียต่อสังคม ผู้เรียนจะเสียคน และคนทั้งชาติจะไม่เจริญก้าวหน้า เพราะผู้เรียนแค่ได้ความรู้ แต่ความรู้บางอย่าง 2 – 3 ปีก็เก่าและใช้ไม่ได้ ยิ่งในปัจจุบันที่ความรู้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมหาศาล การสอนให้จำเก่งจึงไม่ใช่การพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน เพราะศักยภาพของผู้เรียนมิได้ขึ้นกับรู้มากหรือรู้น้อย แต่ขึ้นกับทักษะการเรียนรู้ (learning skill) พร้อมเรียนรู้ ใฝ่เรียนรู้ อยากเรียนรู้ สนุกกับการเรียนรู้ เรียนรู้ได้ตลอดเวลาจากทุกสถานที่ มีทักษะชีวิตที่ดีปรับตัวได้ทุกครั้งที่เมื่อพบอุปสรรค ยืดหยุ่นตัวเองได้ทุกรูปแบบเมื่อพบปัญหาชีวิต รวมทั้งมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ “การเรียนรู้ที่แท้จริง...อยู่ใน...ชีวิตจริง การเรียนวิชาในห้องเรียนยังเป็นการเรียนแบบสมมติ ดังนั้นครูจึงต้องออกแบบการเรียนรู้ให้นักเรียน ได้เรียนในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงมากที่สุด” (Panich, 2013)

ภาพที่ 1 แสดงถึงการจัดการเรียนกับความรู้ที่เหลือในตัวผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ในกลุ่มมบนของพีระมิต ได้แก่ ฟังการบรรยาย การอ่าน สื่อภาพและเสียง ดูการสาธิต เป็นการเรียนรู้แบบ passive learning ความรู้ที่เหลือติดตัวน้อยกว่าร้อยละ 50



ภาพที่ 1 พีระมิตการเรียนรู้ (learning pyramid) ดัดแปลงจาก National Training Laboratories, Institute for Applied Behavioral Science, Bethel, Maine, USA กับ Bloom's taxonomy

ส่วนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มล่างของพีระมิต ได้แก่ อภิปรายกลุ่ม ลงมือปฏิบัติ สอนคนอื่น และวิจัย ค้นคว้าให้รู้เอง เป็นการเรียนรู้แบบ active learning ความรู้ที่เหลือจะมากกว่าร้อยละ 50 การเรียนแบบค้นหาความรู้เองจากกระบวนการวิจัยนั้น ผู้เรียนต้องวางแผน ปฏิบัติ และตีความเป็นความรู้เอง เมื่อทุกอย่างได้จากชั่งนำด้วยการปฏิบัติและคิดเอง ความรู้จึงเหลือครบร้อยละ 100 หรือมากกว่า ซึ่งร้อยละของความรู้ที่เหลืออยู่สัมพันธ์กับระดับความสามารถด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom's taxonomy) ยิ่งความรู้ที่เหลืออยู่มากยิ่งต้องใช้ความสามารถขั้นสูง การจัดการเรียนรู้ด้วยการวิจัยค้นคว้าให้รู้เอง (research) ผู้เรียนจะได้ทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะวิจัยรวมทั้งทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กัน การวิจัยค้นคว้าให้รู้เองมีลักษณะ teach less, learn more ผู้สอน (teacher) ต้องเปลี่ยนบทบาทตนเองไปเป็นผู้ฝึก (coach) และต้องจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (learning environment) ที่หลากหลาย

หลายและใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด และพร้อมที่จะเรียนรู้ไปกับผู้เรียน อาจกล่าวได้ว่าการวิจัยค้นคว้าให้รู้เองเป็นเครื่องมือสำคัญในการปฏิรูปการศึกษา (Prasertsan, 2012)

บทความนี้เรียกการจัดการเรียนรู้ด้วยการวิจัยค้นคว้าให้รู้เองว่า *การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย (research based learning, RBL)* ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism ของ Piaget ที่เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก (prior knowledge) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับกับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันไปตามระดับของพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ constructionism ของ Seymour Papert ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเองได้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (learning by doing) ผนวกกับทฤษฎีการเรียนรู้ social constructivism ของ Vygotsky ที่เชื่อว่าการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา แนวคิดดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยมีความสำคัญต่อการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย เริ่มมีหลักสูตรโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นโครงการในความร่วมมือระหว่าง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) การจัดตั้งโครงการนี้วัตถุประสงค์เพื่อเร่งรัดพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษที่มีทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย เป็นการเพิ่มปริมาณนักวิทยาศาสตร์ ภายในประเทศให้มากขึ้น เพิ่มขีดความสามารถของประเทศไทยในการแข่งขันกับนานาประเทศได้ หนึ่งในข้อบังคับของนักเรียนที่จะจบหลักสูตรนี้จะต้องได้รับการส่งเสริมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี จากข้อมูลงานบริการวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปี 2553–2554 พบว่า มีจำนวนโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 โรงเรียนในเขตพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร อำนาจเจริญ สุรินทร์ และมหาสารคาม มาขอความอนุเคราะห์ให้อาจารย์จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จัดอบรมเชิงปฏิบัติการการทำโครงงานฐานวิจัยระดับโรงเรียนสำหรับนักเรียนระยะสั้น 3–5 วัน โดยมีเป้าหมายคือ นักเรียน

ต้องสามารถ คิด วางแผน ทำ และนำเสนอโครงการงานวิจัยได้ และนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปต่อยอดการทำโครงการงานด้วยตนเองต่อไป

จัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยใน 2 ประเด็นย่อยได้แก่ สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จจากมุมมองของครู และความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครู

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

บทความวิจัยนี้เกี่ยวเนื่องกับบทความวิจัย เรื่อง “โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และการประเมินศักยภาพครูวิทยาศาสตร์ในบทบาทของผู้ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์” (Wuttiprom et al., 2014) บทความนั้นได้นำเสนอผลการการประเมินศักยภาพของครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในบทบาทของผู้ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับในบทความวิจัยนี้จะนำเสนอปัญหาและอุปสรรคที่มีผลต่อการ

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่เป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 71 คน ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างสรุปได้ดังตาราง 1 และ 2

ตาราง 1 ข้อมูลของครูวิทยาศาสตร์ แยกตาม จังหวัด เพศ และประสบการณ์สอน

จังหวัด	ร้อยละ	เพศ	ร้อยละ	ประสบการณ์สอน (ปี)			
				วิทยาศาสตร์	ร้อยละ	โครงการฯ	ร้อยละ
มหาสารคาม	36.6	ชาย	12.7	0 – 5	38.0	0	25.35
ยโสธร	12.7	หญิง	87.3	6 – 10	26.8	1 – 5	56.34
สุรินทร์	8.5			11 – 15	16.9	6 – 10	15.49
ศรีสะเกษ	11.3			16 – 20	8.5		
อำนาจเจริญ	22.5			> 21	5.6		
อุบลราชธานี*	8.5			ไม่ระบุ	4.2		

ตาราง 2 ข้อมูลของครูวิทยาศาสตร์ แยกตามระดับการศึกษา สาขาวิชาที่จบการศึกษา และระดับชั้นที่สอน

ระดับการศึกษา	ร้อยละ	สาขาวิชา	ร้อยละ	วิทยฐานะ	ร้อยละ
ปริญญาตรี	84.5	การศึกษา	60.56	ครูผู้ช่วย (คศ.1)	16.90
ปริญญาโท	19.5	การสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง	39.44	ครูชำนาญการ (คศ.2)	71.83
				ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)	9.86

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ ให้ครูระบุสาเหตุ/ปัญหา/อุปสรรค ที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จ

สำเร็จ

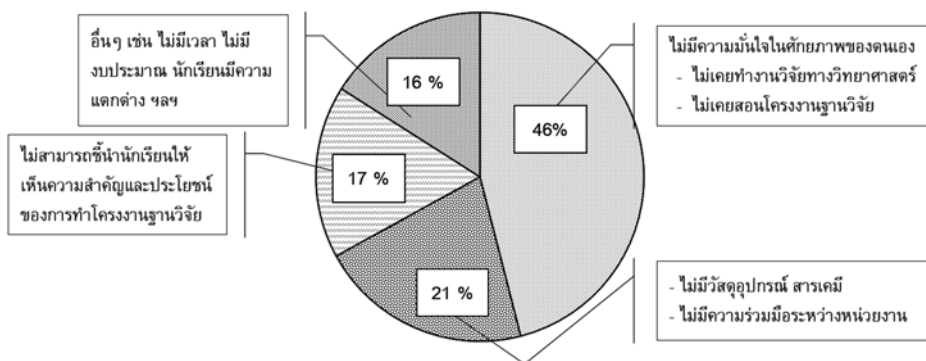
2 แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test, RSC) เป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ วัดทักษะวิจัย 6 ทักษะ ได้แก่ ระบุและควบคุมตัวแปร ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กราฟและการตีความหมายข้อมูล การออกแบบการทดลอง และการตั้งคำถามวิจัย สำหรับ 5 ทักษะแรกเป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated science process skill) ส่วนทักษะที่ 6 การตั้งคำถามวิจัย (formulating researchable question) เป็นทักษะที่เพิ่มขึ้นมาในแบบประเมินนี้ เนื่องจากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการเป็นวิทยากรอบรมครู-นักเรียน ประสบการณ์จากการเรียนการสอน หรือประสบการณ์จากการเป็นกรรมการประกวดโครงงานฐานวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการตั้งคำถามวิจัย ผู้วิจัยมองว่าการตั้งคำถามวิจัยคือจุดเริ่มต้นของการค้นคว้าหาคำตอบ หากคำถามที่ตั้งไม่สามารถที่จะออกแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) นักเรียนจะไม่ได้เรียนรู้วิธีการได้มาซึ่งความรู้ (inquiry) รวมองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยก็ขาดความน่าเชื่อถือ แบบประเมิน RSC นี้ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นโดยผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือทั้งความเที่ยงตรงและเชื่อมั่น (validity and reliability) สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะวิจัยได้ ด้วยค่าสถิติ 5 ค่า ได้แก่ ค่าความยากง่าย (difficulty index) เท่ากับ 0.58 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination index) เท่ากับ 0.52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบเซเรียล (point biserial correlation coefficient) เท่ากับ 0.45

ค่าความเชื่อมั่นแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha reliability index) เท่ากับ 0.81 และค่าอำนาจจำแนกของ Ferguson delta เท่ากับ 0.94

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จจากมุมมองของครูจากแบบสอบถามปลายเปิด 1 คำถาม "สาเหตุสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จจากมุมมองของครู" จากคำตอบของครูสามารถจัดได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ (ภาพที่ 2) ดังนี้ กลุ่มแรก (ร้อยละ 46) บอกว่า ไม่มีความมั่นใจในศักยภาพของตนเอง เพราะไม่เคยทำงานวิจัยวิทยาศาสตร์และไม่เคยสอนโครงงานฐานวิจัยมาก่อน กลุ่มที่สอง (ร้อยละ 21) บอกว่า ไม่มีวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และไม่มีความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน กลุ่มที่สาม (ร้อยละ 17) บอกว่า ไม่สามารถชี้แนะนักเรียนให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของการทำโครงงานฐานวิจัย และกลุ่มที่สี่ กลุ่มนี้คำตอบค่อนข้างหลากหลาย เช่น ไม่มีเวลา ไม่มีงบประมาณ ความแตกต่างของนักเรียน นโยบายของโรงเรียนไม่สนับสนุน ผู้ปกครองไม่เห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

คำตอบในกลุ่มแรกของครูเกือบร้อยละ 50 ซึ่งเป็นเหตุผลหลักมาจากตัวครู คำตอบในกลุ่มแรกของครูนี้สอดคล้องกับการที่ผู้วิจัยได้สนทนากับครูท่านหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย สรุปได้ดังนี้ "ชีวิตการเป็นครูเคยชินกับความไม่แน่นอนจากนโยบายของกระทรวง คือ งานที่เข้ามาและผ่านไป ไม่มีความเป็นกัลยาณมิตรอย่างต่อเนื่อง ในที่สุดครูกลับไปสู่ความเคยชินเดิม คือ ขาดการพัฒนาศักยภาพ



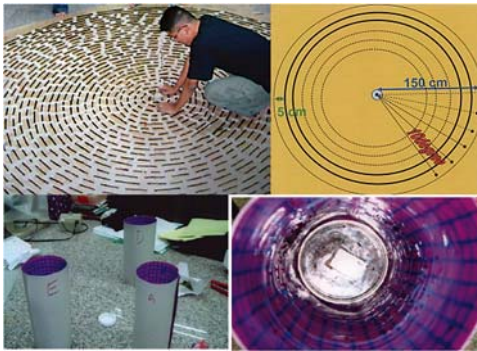
ภาพที่ 2 คำตอบของครูที่ระบุถึงสาเหตุสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จ

ของตนเอง การเอาชนะปัญหาและอุปสรรคต้องอย่างก้าวการพัฒนา ถ้าอยากประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้โครงงานฐานวิจัย ก็ต้องกล้าที่จะเปลี่ยนแปลงตัวเอง อย่างกังวลกับสิ่งที่ยังมาไม่ถึงแต่ให้คำนึงถึงสิ่งที่กำลังทำ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เราไม่ทำก็ได้ แต่เมื่อเราเลือกทำ การเริ่มต้นต้องการแรงบันดาลใจอย่างมหาศาล และต้องใช้ความอดทนอย่างสูง เพราะสิ่งที่นักเรียนกำลังทำวิจัย ครูก็ยังไม่มีคำตอบของปัญหานั้น ประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้โครงงานฐานวิจัยครั้งที่หนึ่ง จะกลายเป็นบทเรียนในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อ ๆ ไป ประสบการณ์จะทำให้เราเกิดการเปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เราประสบความสำเร็จ” ผู้วิจัยมองว่าหากครูกลุ่มนี้ได้รับการจัดประสบการณ์ให้ฝึกแก้ปัญหา จะเป็นการพัฒนาศักยภาพและมีความเชื่อมั่นในตนเอง น่าจะเป็นเรื่องสำคัญในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยให้ประสบความสำเร็จ (Hargreaves, 2007)

คำตอบในกลุ่มที่สอง ผู้วิจัยมองว่าเป็นเรื่องของความเชื่อ/ความเข้าใจผิดของครูที่ว่า

ทำโครงงานฐานวิจัยนั้นจะต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ราคาแพง ถ้าหาซื้อไม่ได้หรือไม่มีความร่วมมือระหว่างหน่วยงานอื่น ไม่สามารถทำโครงงานฐานวิจัยให้สำเร็จได้ จริงๆ แล้วมีโครงงานฐานวิจัยหลาย ๆ เรื่อง ที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพง แต่มีประสิทธิภาพ เช่น โครงการการแตกตัวของผักตบชวยิ่ง ของทองศักร ชินอรุณชัย, สุขสันต์ อิทธิปัญญานันท์ และครองรัฐ สุวรรณศรี จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา (Srinarumol, 2007; ภาพที่ 3) เป็นโครงงานเพื่อศึกษาความเร็วตั้งต้นของเมล็ดที่กระจายออกจากผักตบชวยิ่ง ในเบื้องต้นนักเรียนได้ออกแบบการทดลองโดยใช้กล่องวีดีโอบันทึกการเคลื่อนที่ แต่กล่องที่สามารถจับภาพที่มีความเร็วสูงนั้นมีราคาแพง นักเรียนจึงได้ปรับเปลี่ยนการทดลองใหม่โดยการคำนวณหาความเร็วจากการเคลื่อนที่ในวิถีโค้งแทนด้วยอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง 2 ชุด ได้แก่ ชุดแรกคือฐานวงกลมรัศมี 4.5 เมตร ซึ่งใช้เชือกขดเป็นวงกลม วงกลมแต่ละวงระยะห่างกัน 10 เซนติเมตร อุปกรณ์นี้ทำให้ทราบระยะการกระจายตัวของเมล็ดตบชวยิ่งว่ากระเด็นไปได้ไกลเท่าไร

และชุดที่สองคือกระดาษแข็งม้วนเป็นวงกลม ด้านในมีสเกลขีดและทากาวไว้แล้วนำมาครอบฝักด้อย-ตั้ง เมื่อฝักแตกเมล็ดจะกระเด็นไปติดกับกาวที่ทากาวไว้ จากนั้นใช้หลักตรีโกณมิตินำมาคำนวณหามุมตั้งต้นตามที่ต้องการได้ กล่าวโดยสรุปความเชื่อเริ่มต้นของครูเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานฐานวิจัย (Guskey, 1986)



ภาพที่ 2 อุปกรณ์การทดลองอย่างง่ายที่ออกแบบขึ้นเองของ ทนงศักร ชินอรุณชัย, สุขสันต์ อธิธิปัญญาพันธ์ และครองรัฐ สุวรรณศรี จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร (Srinarumol, 2007)

คำตอบในกลุ่มที่สาม ที่ครูไม่สามารถชี้หน้า สร้างแรงบันดาลใจ ให้นักเรียนเห็นความสำคัญและประโยชน์ของการทำโครงงานฐานวิจัยได้นั้น (Blumenfeld, 1991) เป็นอีกหนึ่งอุปสรรคสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เมื่อผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูเพิ่มเติม พบว่า จริง ๆ แล้วครูทุกคนสามารถบอกถึงประโยชน์หรือความสำคัญที่นักเรียนจะได้รับจากการทำโครงงานฐานวิจัยได้หลากหลาย เช่น ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้เข้าใจสิ่ง

ต่าง ๆ รอบตัว สาเหตุที่ครูตอบเช่นนั้น เพราะครูทราบว่านักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนคือการศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย และนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยได้นั้นต้องผ่านการสอบด้วยข้อสอบที่เน้นด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความรู้ความจำและความเข้าใจ มากกว่าการให้ความสำคัญกับวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ (science as inquiry) ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะบอกถึงประโยชน์หรือความสำคัญอื่น ๆ ที่จะได้รับจากการทำโครงงานฐานวิจัย ดังนั้นหากรัฐบาลต้องการที่จะผลักดันให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยประสบความสำเร็จอย่างจริงจัง ต้องแก้ที่รูปแบบการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม มหาวิทยาลัยหลายแห่ง เช่น มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีโควตาโดยตรงให้นักเรียนที่ได้ทำโครงงานฐานวิจัยโดยความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีและหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น โครงการยุววิจัยยางพารา โครงการเพาะพันธุ์ปัญญา การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

คำตอบในกลุ่มที่สี่ มีหลากหลาย เช่น ครูมองว่าความแตกต่างของนักเรียนด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Kirschner, 2006) เป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เช่น เรียนรู้ช้า/เร็ว เรียนอ่อน/เก่ง ทำให้ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมเดียวกันไปพร้อม ๆ กันเป็นกลุ่มใหญ่ ทั้งห้อง นักเรียนที่เรียนช้า เรียนอ่อน ไม่กล้าพูด ไม่กล้าแสดงออกได้แต่นั่งเงียบ ๆ ตลอด ผู้วิจัยจึงถามครูและได้ค้นพบว่าสาเหตุที่นักเรียนกลุ่มอ่อนไม่กล้าพูดไม่กล้าแสดงออกเกิดจาก นักเรียน

กลุ่มอ่อนไม่ได้เริ่มทำในสิ่งที่ตนเองสงสัยตนเอง ซึ่งชอบหรือการได้เริ่มมองเห็นสิ่งที่ใกล้ตัวมาลงมือทำวิจัยเล็ก ๆ ของตนเอง แต่หัวข้อวิจัยเกิดจากการชักจูงของครูหรือนักเรียนเก่ง ผู้วิจัยมองว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนสามารถตั้งคำถามวิจัยด้วยตนเองให้ได้จึงเป็นอีกหนึ่งกุญแจสำคัญที่จะผลักดันให้การจัดการเรียนรู้โครงการฐานวิจัยประสบความสำเร็จ

นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ครูไม่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนรู้ เช่น การสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การจัดการกระทำข้อมูล เลยเสียงที่จะจัดการเรียนรู้แบบโครงการฐานวิจัย (Edelson, 1999)

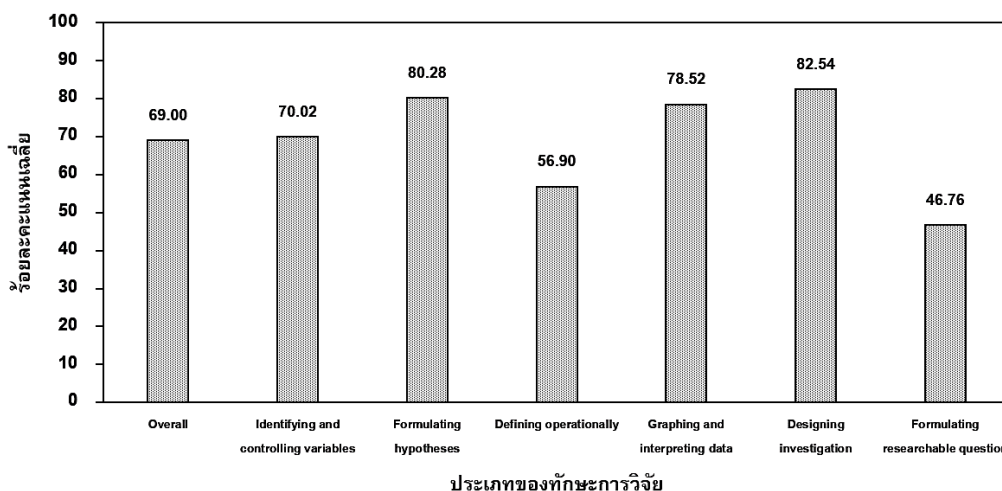
อีกหนึ่งประเด็นที่ที่จะนำเสนอ คือ นักเรียนมีความไม่เสมอกัน ทำให้เห็นปัญหาการศึกษาที่ซับซ้อนอันเกิดเกิดจากพื้นฐานสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ โดยเฉพาะครอบครัวของนักเรียน ทำให้เห็นความเป็นจริงของความเหลื่อมล้ำที่มีมาก่อนนักเรียนเข้าโรงเรียน เด็กจำนวนมากไม่พร้อมที่เรียนแบบโครงการฐานวิจัย เพราะพื้นฐานชีวิตและการศึกษาที่

ปูทางมาก่อนหน้านั้นไม่ได้เตรียมพร้อมเพื่อการเรียนแบบนี้

2. ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครู

จากแบบประเมินชี้วัดความสามารถด้านทักษะวิจัย (research skill competency test, RSC) ของกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 69 ซึ่งน้อยกว่าความคาดหวังของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าครูทุกคนควรมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 อย่างไรก็ตามการที่ครูได้คะแนนน้อยก็ไม่ได้หมายความว่าครูจะด้อยประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะวิจัยของนักเรียน เพราะมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เมื่อพิจารณาคะแนนรายทักษะวิจัย พบว่ามีเพียง 2 ทักษะเท่านั้นที่ได้คะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 80 ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง และมี 1 ทักษะที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ ทักษะการตั้งคำถามวิจัย

คำถามวิจัยเป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยที่ต้องการค้นหาคำตอบโดยมักเขียนอยู่ในรูปประโยคที่เป็นคำถาม เช่น “อะไร อย่างไร ทำไม” แต่ไม่ควรเป็นคำถาม “ใช่/ไม่ใช่” มีความเฉพาะ



ภาพที่ 3 ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครูประเมินจากแบบประเมินชี้วัดความสามารถด้านทักษะวิจัย

เจาะจงไม่กว้างเกินไป มีตัวแปรต้นและตัวแปรตามชัดเจน สามารถสังเกตและออกแบบการทดลองได้

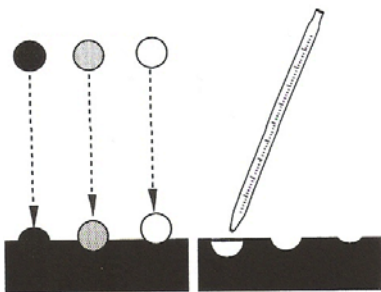
ครูส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าคำถามใดเป็นคำถามวิจัย ดังตัวอย่างคำถามข้อที่ 23 (ภาพที่ 4) ร้อยละของครูที่ตอบถูกต้องเท่ากับ 68 ตัวเลือก B เป็นคำถามวิจัยที่มีความชัดเจนในการระบุตัวแปรต้น (มวล) และตัวแปรตาม (ปริมาตรของลูกเหล็กส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมัน) รวมทั้งตัวแปรสามารถวัดได้ สามารถจัดการกับข้อมูลนั้นได้ แต่มีตัวลวงอีก 2 ข้อ คือ A และ C ที่ครูเลือกตอบจำนวนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 16 และ 13 ตามลำดับ

เมื่อสัมภาษณ์ครูที่เลือกตัวลวง A ครูอธิบายว่า ตัวลวง A มีความชัดเจนในการระบุตัว-

แปรต้น (ความสูง) และตัวแปรตาม (ปริมาตรของลูกเหล็กส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมัน) และสามารถวัดได้ แต่ครูลืมประเด็นที่โจทย์กำหนดให้ปล่อยลูกเหล็กที่ระดับความสูงเดียวกัน ดังนั้นความสูงจึงไม่ใช่ตัวแปรต้นเพราะในการทดลองไม่ได้เปลี่ยนค่าความสูง

สำหรับคำอธิบายของครูที่เลือกตัวลวง C บอกว่า ตัวลวง C เป็นคำถามวิจัยที่ดีได้ เพราะมีตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ปรากฏในคำถาม และสามารถออกแบบการทดลองได้ แต่ครูอาจจะลืมนึกไปว่าคำถามที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า “ทำไม” บางครั้งเมื่อทดลองเสร็จแล้ว ผลการทดลองที่ได้อาจไม่สามารถตอบคำถามวิจัยนั้นได้

23. ปีนอนก้นนั่งใต้ต้นแอปเปิล สงสัยว่า ทำไมแอปเปิลเมื่อหล่นกระทบพื้นแล้ว บางผลแตก บางผลไม่แตก เธอทำการทดลองโดยการปล่อยลูกเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน ที่ระดับความสูงเดียวกัน แต่มวลแตกต่างกัน แล้ววัดปริมาตรของลูกเหล็กที่จมลงไปใต้น้ำมัน ด้วยวัดปริมาตรของน้ำจากปิเปตต์ที่หยดลงไปใหลุมนั้นจนเต็ม



คำถามใดมีความชัดเจนในการระบุตัวแปรที่สามารถนำไปออกแบบการทดลองได้

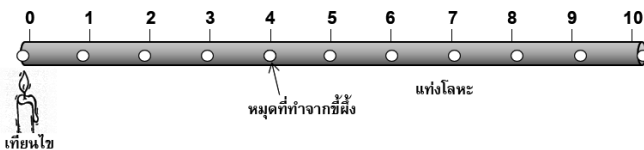
- A. ความสูงที่ปล่อยลูกเหล็กมีผลอย่างไรต่อปริมาตรของลูกเหล็กส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมัน (16%)
- B. มวลของลูกเหล็กมีผลอย่างไรต่อปริมาตรของลูกเหล็กส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมัน (68%)
- C. ทำไมลูกเหล็กที่มีมวลมากกว่าจึงมีปริมาตรส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมันมากกว่า (13%)
- D. มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ลูกเหล็กจมลงไปใต้น้ำมันแตกต่างกัน (3%)

ภาพที่ 4 แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยข้อที่ 23 วัดทักษะการตั้งคำถามวิจัย

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยข้อที่ 11 วัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะนี้เป็นอีกหนึ่งทักษะที่ครูตอบได้น้อยรองลงมาจากทักษะการตั้งคำถาม

วิจัย คำตอบของครูในแต่ละตัวเลือกเป็นดังนี้ ตัวเลือก A เป็นตัวลวง มีเพียงครูร้อยละ 9 เท่านั้นเลือกตอบ สาเหตุที่ข้อนี้ไม่สามารถใช้เป็นวิธีการวัดอัตราการนำความร่อนของโลหะได้ เพราะ

11. กำหนดการศึกษาค้นคว้าว่าโลหะชนิดใดนำความร้อนได้ดีที่สุด โดยการนำแท่งโลหะต่างชนิดกัน แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเท่ากัน ปักหมุดที่ทำมาจากขี้ผึ้งทุกระยะ 1 เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนจากเทียนไขที่ตำแหน่งปลายสุดของโลหะ (หมายเลข 0) แต่ละชนิดนาน 2 นาที



กำหนดการจะมีวิธีการวัดอัตราการนำความร้อนของโลหะแต่ละชนิดอย่างไร

- A. วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งปลายสุดของโลหะ (หมายเลข 10) เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที (9%)
- B. นับจำนวนหมุดที่หล่นออกจากโลหะเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที (16%)
- C. จับเวลาที่หมุดแต่ละอันหล่นออกจากโลหะ ภายในเวลา 2 นาที (63%)
- D. จับเวลาที่หมุดทั้งหมดหล่นออกจากโลหะ (12%)

ภาพที่ 6 แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยข้อที่ 11 วัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ภายในเวลา 2 นาทีที่กำหนดให้ทำการทดลอง อาจไม่สามารถบอกความแตกต่างของอัตราการนำความร้อนของโลหะได้ใน กรณีที่แท่งโลหะแต่ละแท่งมีอัตราการนำความร้อนช้ามากหรือเร็วมาก การวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งปลายสุดของโลหะ เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาทีเพียงครั้งเดียว อาจทำให้ไม่ทราบความแตกต่างของอัตราการนำความร้อน

ตัวเลือก B เป็นตัวลวง ครูเลือกตอบข้อนี้เกือบเป็นสองเท่าของตัวลวง A คือ ร้อยละ 16 ครูส่วนใหญ่เลือกตอบข้อนี้ อธิบายว่าเป็นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่ดี ไม่ซับซ้อน ตรงไปตรงมา และไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถวัดอัตราการนำความร้อนของโลหะได้ ข้อนี้ผู้วิจัยเฉลยว่าไม่สามารถใช้ป็นวิธีวัดอัตราการนำความร้อนของโลหะได้ โดยเหตุผลมีลักษณะเช่นเดียวกันกับตัวลวง A คือ ในกรณีที่แท่งโลหะแต่ละแท่งมีอัตราการนำความร้อนช้ามาก เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 2 นาที อาจยังไม่มีหมุดที่ทำจากขี้ผึ้งที่ตำแหน่งใด ๆ หลุดออกมาเลยก็ได้ ทำให้ไม่ทราบความแตกต่างของอัตราการนำความร้อน

กล่าวโดยสรุป สาเหตุที่ตัวเลือก A และ B ไม่สามารถใช้เป็นวิธีวัดอัตราการนำความร้อนของแท่งโลหะ เพราะวิธีการวัดหยาบเกินไป ไม่สามารถบอกได้ถึงความแตกต่างของตัวแปรที่ต้องการวัด

ตัวเลือก D เป็นตัวลวง ตัวเลือกนี้คล้าย ๆ กับตัวเลือก C ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง แต่ตัวเลือก D ไม่สามารถใช้เป็นวิธีการวัดอัตราการนำความร้อนของแท่งโลหะได้ เพราะไม่นำเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ทำการทดลองเพียงแค่ว่า 2 นาที มากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

สรุปผลการทดลอง

สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ประสบความสำเร็จจากมุมมองของครู มีทั้งสาเหตุที่เกิดจากปัจจัยภายนอกที่ครูไม่สามารถควบคุมและแก้ไขได้ เช่น นักเรียน ผู้ปกครอง นโยบาย งบประมาณ ความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และปัจจัยภายในตัวครู เช่น ความเชื่อ ทศนคติ แรงจูงใจ ความคาดหวัง

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ปัจจัยภายในตัวครูน่าจะเป็นตัวกำหนดระดับความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ถ้าครูมีความเชื่อ ทศนคติ แรงจูงใจ ความคาดหวัง ที่เป็นบวก การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยมีโอกาหรือแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จ (ความสำเร็จในที่นี้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับครูและนักเรียน เช่น เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ได้พัฒนาทักษะวิจัย) มากกว่าครูที่มีปัจจัยภายในเชิงลบ

ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครู เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ผู้วิจัยพยายามจะศึกษาว่า ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครูมีผลต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยหรือไม่ แต่ข้อมูลเบื้องต้นสะท้อนให้เห็นว่า ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครู ที่วัดจากแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยจำนวน 24 ข้อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี (ตอบถูกร้อยละ 69) บทความวิจัยนี้ยังตอบไม่ได้ว่า ความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครูมีผลต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยหรือไม่ การวิจัยต่อยอดเปรียบเทียบระดับความเข้าใจด้านทักษะวิจัยของครูกับผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยน่าจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรชัดเจนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist* 26(3-4):

369-398.

- Edelson, D. C., Gordin, D. N., and Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the learning sciences*. 8(3-4): 391-450.
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational researcher* 15(5): 5-12.
- Hargreaves, D. (2007). Teaching as a research-based profession: possibilities and prospects (The Teacher Training Agency Lecture 1996). In Hammersley, M. (Ed.), *Educational research and evidence-based practice* (pp. 3-17). Los Angeles: SAGE.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist* 41(2): 755-786.
- Panich, V. (2013). **Teachers for Students: Make the Flipped Classroom**. Bangkok: P. R. Printing Mass Product. (in Thai)
- Prasertsan, S. (2012). **Research-based Learning: Innovative Learning Process of Education in Thailand**. Bangkok: The Thailand Research Fund. (in Thai)
- Srinarumol, N. (2007) **Recording Experienced from Outstanding Science Fair Project "Dehiscence and Dispersal of**

the Popping Pod *Ruelia tuberosa* L.”

Bangkok: Office of the Education Council.

(in Thai)

Wuttirom, S., Wuttisela, K., and Chitaree, R.,
(2014). Science fair projects of enrich
science classroom students and science
teachers' performances as science fair
project assessors. **Journal of Research
Unit on Science, Technology and Envi-
ronment for Learning** 5(1): 67–75. (in
Thai)