

An Analysis of Multilevel Mediating Structural Equation Modeling of Science Teacher Collaboration on Science Literacy at School Level

Sakulkarn Waleeittipat*

Ph.D. (Educational Research Methodology), Researcher
Learning Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Darunee Tipayakulpairoj

Ph.D. (Educational Research Methodology), Lecturer
Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

Somkiat Kaewkobsaba

Ph.D. (Educational Research Methodology), Lecturer
Office of Registration, Records and Evaluation, Sukhothai Thammathirat Open University

Kanit Sriklaub

Ph.D. (Educational Research Methodology), Assistant Professor
Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Thomrat Siriparp

Ph.D. (Educational Research Methodology), Teacher
Photisansuksa School

*Corresponding author: waleeittipat.s@gmail.com

Received: March 9, 2020 **Revised:** November 22, 2020 **Accepted:** December 4, 2020

Abstract

This study aimed to 1) to develop and examine the structural equation model between Science teacher collaboration and Professional development affected on scientific literacy using Enjoyment of science and Professional development as a mediator 2) to develop and examine validity multi-level the structural equation model of between Science teacher collaboration and Professional development affected on scientific literacy using Enjoyment of science and Professional development as a mediator. Data used in this study was PISA 2015 to measure student performance on scientific literacy, Enjoyment of science, Professional development, and Science teacher collaboration by using Mplus 7.0.

The result showed that 1) Science teacher collaboration effect directly to scientific literacy And other variables in a positive effect. And Science teacher collaboration effect indirectly to scientific literacy passing by Professional development and Enjoyment of science significantly. Moreover, Enjoyment of science negative effect directly to scientific literacy significantly and Professional development effect directly to scientific literacy not significantly. 2) Analysis of the influence of variables at the school level revealed that Science teacher collaboration effect directly to all variable positive effect. And indirect affected in two way are passing Professional development and Enjoyment of science significantly. But Enjoyment of science and Enjoyment of science effect negative directly to scientific literacy in significantly.

Keywords: Scientific Literacy, PISA 2015, Science Teacher Collaboration, Professional Development, Enjoyment of Science

การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบส่งผ่านพหุระดับของการทำงานร่วมกันของ ครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน

สกุลกาญจน์ วลีธิภักดิ์*

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), นักวิจัย

สถาบันการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ดารุณี ทิพยกุลไพโรจน์

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), อาจารย์

ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สมเกียรติ แก้วเกาะสะบ้า

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), อาจารย์

สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

กนิษฐ์ ศรีเคลือบ

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณรัตน์ ศิริภาพ

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), ครู

โรงเรียนโพธิสารศึกษา

*ผู้ประสานงาน: waleeittipat.s@gmail.com

วันรับบทความ: 9 มีนาคม 2563 วันแก้ไขบทความ: 22 พฤศจิกายน 2563 วันตอบรับบทความ: 4 ธันวาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลชุดข้อมูล PISA 2015 ที่มุ่งวัดสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู และการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ด้วยโปรแกรม Mplus 7.0

ผลการวิจัยพบว่า 1) การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ส่งอิทธิพลทางตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ในทิศทางบวก และการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ส่งอิทธิพลทางอ้อมต่อการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการพัฒนาวิชาชีพครูและความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสองตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งอิทธิพลตรงในทิศทางลบต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการพัฒนาวิชาชีพครูส่งอิทธิพลตรงในทิศทางลบต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 2) การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในระดับโรงเรียน พบว่า การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ส่งอิทธิพลทางตรงต่อทุกตัวแปรในทิศทางบวกและส่งอิทธิพลทางอ้อมสองเส้นทางคือผ่านการพัฒนาวิชาชีพครูและความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และการพัฒนาวิชาชีพครูส่งอิทธิพลตรงในทิศทางลบต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015 การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู
ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์

บทนำ

PISA 2015 เป็นการประเมินวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์และการอ่านในระดับนานาชาติ มีจำนวน 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่เข้าร่วมโครงการ โดยดำเนินการทดสอบกับนักเรียนอายุ 14-15 ปี ประมาณ 540,000 คน สำหรับรอบการประเมิน PISA 2015 เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น ๆ จึงมีสัดส่วนของข้อสอบวิทยาศาสตร์ประมาณ ร้อยละ 60 ส่วนวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณร้อยละ 20 การประเมินวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของวิทยาศาสตร์ ใน PISA 2015 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่มีคะแนนอยู่ในกลุ่มประเทศสิบอันดับแรก (Top 10) ได้แก่ สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เอสโตเนีย (534) จีนไทเป (532) ฟินแลนด์ มาเก๊า-จีน แคนาดา เวียดนาม ฮังการี-จีน และจีน-4 มณฑล ในกลุ่มสิบอันดับแรกนี้เป็นประเทศ/เขตเศรษฐกิจในเอเชียถึงเจ็ดประเทศ/เขตเศรษฐกิจ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) เมื่อพิจารณาประเทศที่ได้คะแนน PISA 2015 อยู่ในอันดับต้นๆ เห็นได้ว่าแต่ละประเทศมีระบบการจัดการศึกษาที่ดี มีประสิทธิภาพเอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนส่งผลให้ผลการทดสอบออกมาอยู่ในระดับสูงกว่าประเทศอื่นๆ งานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เห็นได้ว่ามีทั้งปัจจัยด้านจิตลักษณะเดิม เช่น แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ลักษณะตามสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อม เช่น เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจต่อการเรียน สิ่งแวดล้อมระดับชั้นเรียน เช่น การส่งเสริมสนับสนุนของครู รวมถึงสิ่งแวดล้อมระดับโรงเรียน เช่น การส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง เป็นต้น

กิจกรรมการทำงานร่วมกันโดยครูเป็นศูนย์กลางเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนซึ่ง

มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพัฒนาวิชาชีพของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่งผลต่อประสิทธิภาพการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากกว่า (Akiba & Liang, 2016) นอกจากนั้น การเพิ่มระดับของการทำงานร่วมกันของครูส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ครูเหล่านั้นสอนอยู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ronfeldt, McQueen, & Grissom, 2015) และการพัฒนาวิชาชีพของครู (professional development) เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ผลจากการทำวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาความเป็นมืออาชีพของครูด้านความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาการสอนพบว่า ครูที่มีการพัฒนาตนเองด้านการเรียนการสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และหากมีการพัฒนาครูอย่างเป็นประจำในระยะยาวทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และสะท้อนให้เห็นว่าหากพัฒนาในระดับครูจะให้นักเรียนพัฒนาเช่นกัน (Antoniou & Kyriakides, 2012; Dash, Kramer, O'Dwyer, Masters, & Russell, 2012) นอกจากนั้นมีการศึกษานักเรียนที่มีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2006 แตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้ที่มีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงจะมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่มีความเพลิดเพลินปานกลางและต่ำ ส่วนผู้ที่มีความเพลิดเพลินปานกลางจะมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าที่มีความเพลิดเพลินต่ำ (Lin, Hong, & Huang, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับ Areepattamannil, Freeman, & Klinger (2011) ที่ระบุว่า ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรทำนายการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของปี PISA 2006 และ Hassan (2008) ได้ให้ผลการวิจัยความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการรับรู้ต่อความสำเร็จในด้านวิทยาศาสตร์ และส่วนหนึ่งเนื่องจากการสนับสนุนหรือให้ความช่วยเหลือจากครูคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความเพียรในการเรียนของนักเรียน (Liu, Zhen, Ding, Liu, Wang, Jiang, & Xu, 2018) จากงานวิจัยข้างต้นเกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกันของครูและการพัฒนาวิชาชีพครูที่จะส่งผลต่อความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์และการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาและพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้เดิม โดยผู้วิจัยสนใจใช้วิธีการวิเคราะห์การส่งผ่านพหุระดับ (Analysis of multilevel mediation) เป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วนสอดคล้องกับบริบทและลักษณะของข้อมูลที่มีในหลายระดับ อีกทั้งวิเคราะห์กรอบแนวคิดได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น เพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน

2 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA)

PISA ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for economic co-operation and development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาให้แก่ประเทศในโครงการ ซึ่งประกอบด้วยประเทศสมาชิก OECD และประเทศนอกกลุ่มสมาชิก OECD หรือ ประเทศร่วมโครงการ (Partner countries) ดำเนินการประเมินอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ครอบคลุมสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยมีสัดส่วนของข้อสอบแต่ละวิชาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าในรอบการประเมินนั้นเน้นการประเมินวิชาใด หากเป็นวิชาหลักในรอบการประเมินจะมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณร้อยละ 60 ส่วนวิชารองจะมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณร้อยละ 20 สำหรับรอบการประเมิน PISA 2015 เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์จึงมีสัดส่วนของข้อสอบวิทยาศาสตร์ประมาณร้อยละ 60 ส่วนวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณวิชาละร้อยละ 20 ลักษณะของข้อสอบมีทั้งแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบผสมกัน โดยข้อสอบถูกจัดเป็นหมู่ (Clusters) ที่มีความยากง่ายพอกัน แล้วนำมาจัดเป็นฉบับที่มีข้อสอบคละหมู่กัน นักเรียนแต่ละคนจะได้ข้อสอบต่างฉบับกัน ซึ่งใช้เวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง มีจำนวน 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่เข้าร่วมโครงการ

ใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนอายุ 15 ปี ประมาณ 540,000 คน ในจำนวนนี้มี 57 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่สอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-based assessment หรือ CBA) และมี 15 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่สอบด้วยกระดาษ (Paper-based assessment หรือ PBA) ซึ่งจะใช้ข้อสอบชุดวัดแนวโน้ม (Trend items) เท่านั้น ต่างจากประเทศที่สอบแบบ CBA ที่จะสอบด้วยข้อสอบชุดวัดแนวโน้มและข้อสอบชุดใหม่ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ สำหรับในเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ มี 11 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจเข้าร่วมการประเมิน แยกเป็นประเทศสมาชิก OECD คือ เกาหลี และญี่ปุ่น และประเทศร่วมโครงการ ได้แก่ จีน-4 มณฑล (ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ เจียงซู และกวางตุ้ง) ฮองกง-จีน อินโดนีเซีย มาเก๊า-จีน มาเลเซีย สิงคโปร์ จีนไทเป ไทย และเวียดนาม (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

คะแนนเฉลี่ย OECD ของวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 493 คะแนน ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติพบว่า ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่มีคะแนนอยู่ในกลุ่มสิบอันดับแรก (top 10) ได้แก่ สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เอสโตเนีย จีนไทเป ฟินแลนด์ มาเก๊า-จีน แคนาดา เวียดนามฮองกง-จีน และจีน-4 มณฑลในกลุ่มสิบอันดับแรกนี้เป็นประเทศ/เขตเศรษฐกิจในเอเชียถึงเจ็ดประเทศ/เขตเศรษฐกิจ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจากประเทศจีนและฮองกง-จีน เนื่องจากว่าทั้งสองประเทศได้คะแนน PISA อันดับ 1 ใน 10 ของเอเชีย และมีการเก็บข้อมูลทั้งระดับนักเรียน ระดับครู และระดับโรงเรียน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การพัฒนาวิชาชีพของครูมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Antoniou & Kyriakides, 2012) เห็นได้จากทฤษฎีเชิงทดลองเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาการสอนและการปฏิบัติ พบว่า ครูมีการพัฒนาขึ้นและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 5 (Dash, Kramer, O'Dwyer, Masters, & Russell, 2012) และครูสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาวิชาชีพครู เป็นเวลา 1 ปี เพื่อให้เกิดความรับรู้ความสามารถของตนเอง พบว่า การรับรู้ความสามารถของครูและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการพัฒนาวิชาชีพ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 4 และ 6 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Lumpe, Czerniak, Haney, & Beltyukova, 2011) ดังนั้น การพัฒนาวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์แบบต่อเนื่องและยั่งยืนจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Johnson, Kahle, & Fargo, 2007)

เมื่อพิจารณากิจกรรมการทำงานร่วมกัน โดยครูเป็นศูนย์กลางเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพัฒนาวิชาชีพของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่งผลต่อประสิทธิภาพการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากกว่าการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ไม่มีการทำงานเป็นทีมโดยครูเป็นศูนย์กลาง (Akiba & Liang, 2016) สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่า การเพิ่มระดับของการทำงานร่วมกันของครูส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ครูเหล่านั้นสอนอยู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ronfeldt, McQueen, & Grissom, 2015) นอกจากนั้นนักเรียนที่มีความสนุกในการเรียน

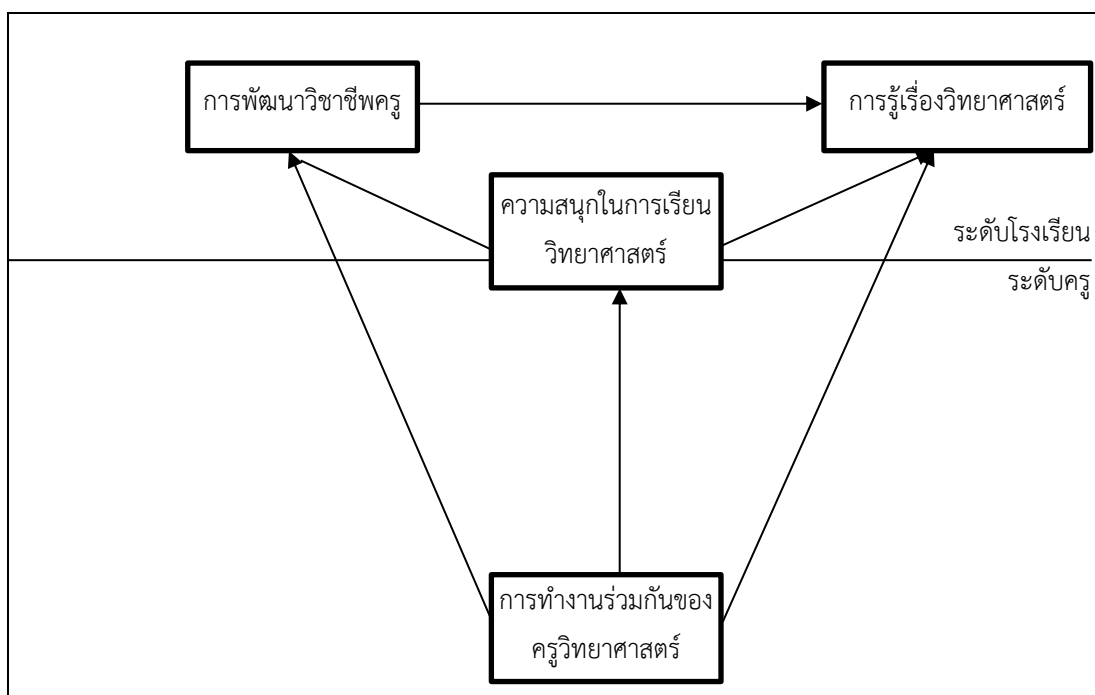
วิทยาศาสตร์ สามระดับ คือ สูง กลาง ต่ำ มีคะแนน การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2006 แตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้ที่มีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2006 สูงกว่าผู้ที่มีความเพลิดเพลินปานกลางและต่ำ ส่วนผู้ที่มีความเพลิดเพลินปานกลางจะมีคะแนน การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าที่มีความเพลิดเพลินต่ำ (Lin, Hong, & Huang , 2012) แสดงว่า ความสนุก ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรทำนายการรู้ เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2006 (Areepattamannil, Freeman, & Klinger, 2011) ความสนุกในการ เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและนักศึกษาใน ออสเตรเลียมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการรับรู้ต่อ

ความสำเร็จในด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (Hassan, 2008) และการสนับสนุนหรือให้ ความช่วยเหลือจากครูมีอิทธิพลทางตรงต่อความ เพลิดเพลินในการเรียนของนักเรียน (Liu, Zhen, Ding, Liu, Wang, Jiang, & Xu, 2018) การศึกษา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่ามีทั้งปัจจัยใน ระดับนักเรียนและระดับครูที่เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุ ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น ผู้วิจัย จึงกำหนดกรอบแนวคิดโมเดลสมการโครงสร้างพหุ ระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกใน การเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็น ตัวแปรส่งผ่าน

กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีการศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลชุดข้อมูล PISA 2015 ที่การประเมินวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์และการอ่านโดยมุ่งวัดสมรรถนะของนักเรียนเป็นเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่งเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ <http://www.oecd.org/pisa/data/2015database/2015> โดยข้อมูลชุดนี้เก็บรวบรวมนักเรียน ครู ผู้บริหารและครอบครัวในแต่ละประเทศ (OECD, 2018)

ตัวอย่างวิจัย

ตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนที่เข้าสอบ PISA และครูที่เข้าร่วมโครงการของ PISA ปี 2015 ของประเทศจีนและฮ่องกง โดยผู้วิจัยเลือกสองประเทศนี้เนื่องจาก 2 ประเทศนี้เป็นประเทศในเอเชียที่มีคะแนน PISA สูงติดอันดับ 1-10 (OECD, 2018) และเลือกใช้ตัวอย่างที่สมบูรณ์มีการเก็บข้อมูลทั้งในระดับนักเรียน ระดับครู และระดับโรงเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรในการวิจัยฉบับนี้มุ่งศึกษาเฉพาะตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วย 1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 2) ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) การพัฒนาวิชาชีพครู และ 4) การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (PISA) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจากคำถามสถานการณ์ที่นักเรียนต้องประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ

2) ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ (ENJ) เก็บข้อมูลกับนักเรียน เป็นมาตรวัด Likert 4 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประกอบด้วยข้อคำถามที่ใช้ในการวัด 5 ข้อ ดังตาราง 1

3) การพัฒนาวิชาชีพครู (PRO) เก็บข้อมูลกับครูใหญ่ โดยถามเกี่ยวกับความถี่และพฤติกรรมของครูที่เกิดขึ้นในโรงเรียน เป็นมาตรวัดแบบ 6 ระดับ ได้แก่ ไม่เกิดขึ้น/1-2 ครั้งต่อปี/3-4 ครั้งต่อปี/1 ครั้งต่อเดือน/ 1 ครั้งต่อสัปดาห์/มากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ประกอบด้วยข้อคำถามที่ใช้ในการวัด 3 ข้อ ดังตาราง 2

ตาราง 1

แสดงข้อคำถามความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	รายการ
ST094Q01NA	ฉันสนุกเมื่อฉันได้เรียนหัวข้อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ST094Q02NA	ฉันชอบอ่านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ST094Q03NA	ฉันมีความสุขเมื่อทำงานในหัวข้อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ST094Q04NA	ฉันสนุกกับการได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ
ST094Q05NA	ฉันสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ตาราง 2

แสดงข้อคำถามการพัฒนาวิชาชีพครู

ข้อคำถาม	รายการ
SC009Q06TA	เมื่อครูมีปัญหาในชั้นเรียนของเขา ฉันเริ่มอภิปรายในสิ่งที่เกิดขึ้นได้
SC009Q08TA	ฉันเอาใจใส่กับพฤติกรรมที่รบกวนในชั้นเรียน
SC009Q12TA	เมื่อครูคนหนึ่งนำเอาปัญหาในชั้นเรียน เราสามารถแก้ไขปัญหาร่วมกันได้

4) การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ อย่างยิ่ง ประกอบด้วยข้อคำถามที่ใช้ในการวัด 8 ข้อ (COL) เก็บข้อมูลกับครู เป็นมาตรวัด 4 ระดับ ได้แก่ ดังตาราง 3
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย เห็นด้วย เห็นด้วย

ตาราง 3

แสดงการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	รายการ
TC031Q04NA	พวกเราอภิปรายถึงความต้องการความสำเร็จของโรงเรียนเมื่อมีการจัดสอบ
TC031Q07NA	มันเป็นเรื่องธรรมชาติสำหรับพวกเราในการทำงานร่วมกันในการให้การบ้านกับนักเรียน
TC031Q11NA	พวกเราอภิปรายถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนสอบ
TC031Q13NA	พวกเราแลกเปลี่ยนงานเกี่ยวกับบทเรียนและการบ้านให้ครอบคลุมความยากในระดับต่าง ๆ
TC031Q14NA	ฉันเตรียมตัวเกี่ยวกับหน่วยการสอนกับเพื่อนครู
TC031Q15NA	พวกเราอภิปรายถึงวิธีการสอนเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการเรียนรู้และเทคนิคให้กับนักเรียน
TC031Q18NA	เพื่อนครูของฉันจะได้รับประโยชน์จากทักษะพิเศษและความสนใจของฉัน
TC031Q20NA	พวกเราอภิปรายถึงวิธีการค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน

การวิเคราะห์ข้อมูล
ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ PISA ปี 2015 และรวมตัวแปรจากข้อคำถามดังที่กล่าวมาข้างต้นโดยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ด้วยโปรแกรม Mplus 7.0

1) การพัฒนาและตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกของครูวิทยาศาสตร์และการพัฒนาวิชาชีพเป็นตัวแปรส่งผ่าน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของวิชาวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพเป็นตัวแปรส่งผ่าน

2) การพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกของครูวิทยาศาสตร์และการพัฒนาวิชาชีพเป็นตัวแปรส่งผ่าน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

พหุระดับ แบ่งข้อมูลเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับโรงเรียน ได้แก่ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู และระดับครู ได้แก่ การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ PISA ปี 2015 และรวมตัวแปรจากข้อคำถามดังที่กล่าวมาข้างต้นโดยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ด้วยโปรแกรม Mplus 7.0

1) การพัฒนาและตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกของวิชาวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพเป็นตัวแทนส่งผ่าน

2) การพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกของวิชาวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพเป็นตัวแทนส่งผ่าน ในการการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ แบ่งข้อมูลเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับโรงเรียน ได้แก่ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู และระดับครู ได้แก่ การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

ตัวแปรในการวิจัยในระดับโรงเรียนมี 3 ตัวแปร ได้แก่ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (PISA) ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ (ENJ) การพัฒนาวิชาชีพครู (PRO) และตัวแปรระดับครูมี 1 ตัวแปร คือการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ (COL) ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโมเดลวิจัย พบว่า ตัวแปรทั้งสี่ตัวแปรมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกและทิศทางลบ ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุดที่สุด คือ การพัฒนาวิชาชีพครู และการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ ลักษณะความสัมพันธ์ทางบวกที่มีขนาดต่ำ ($r=0.16$) รองลงมาคือความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครู มีลักษณะความสัมพันธ์ทิศทางลบที่มีขนาดต่ำ ($r=-0.13$) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และการพัฒนาวิชาชีพครูมีลักษณะความสัมพันธ์ทางบวกที่มีขนาดต่ำ ($r=0.09$) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุด คือ ความสัมพันธ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์มีลักษณะความสัมพันธ์ทิศทางลบขนาดต่ำ ($r=-0.03$)

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร (N=9430)

ตัวแปร	1	2	3	4
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	1.00			
ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์	<u>0.08*</u>	1.00		
การพัฒนาวิชาชีพครูของครู	<u>-0.13*</u>	<u>0.09*</u>	1.00	
การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์	<u>-0.03*</u>	<u>0.06*</u>	<u>0.16*</u>	1.00
M	525.20	3.28	1.55	4.48
S.D.	64.29	0.29	0.29	1.27

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์โมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า ค่าสถิติไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.07 องศาอิสระ (df) มีค่าเท่ากับ 1 ค่าความน่าจะเป็น (p) มีค่าเท่ากับ 0.80 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือมาตรฐาน (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00 จากข้อมูลค่าสถิติที่กล่าวมาทั้งหมดในช่วงต้นสนับสนุนว่าโมเดลนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ลักษณะอิทธิพลของตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R-square) ตัวแปรในโมเดล พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ($R^2=0.03$) ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($R^2=0.03$) การพัฒนาวิชาชีพครู ($R^2=0.004$) แสดงว่า การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์มีร้อยละการแปรผันรวมกันกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 3 และมีร้อยละการแปรผันรวมกันกับการพัฒนาวิชาชีพครูได้ร้อยละ 0.04

ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลรายตัวแปรเมื่อพิจารณาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์พบว่า ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลทางตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -0.14 และ 0.10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการพัฒนาวิชาชีพครูอิทธิพลทางตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -0.01 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลทางอ้อมผ่าน การพัฒนาวิชาชีพครูและความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -0.01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า การพัฒนาวิชาชีพครูและการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.08 และ 0.15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ผ่านการพัฒนาวิชาชีพครู โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -0.01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่าการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อการพัฒนาวิชาชีพครูโดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.06 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

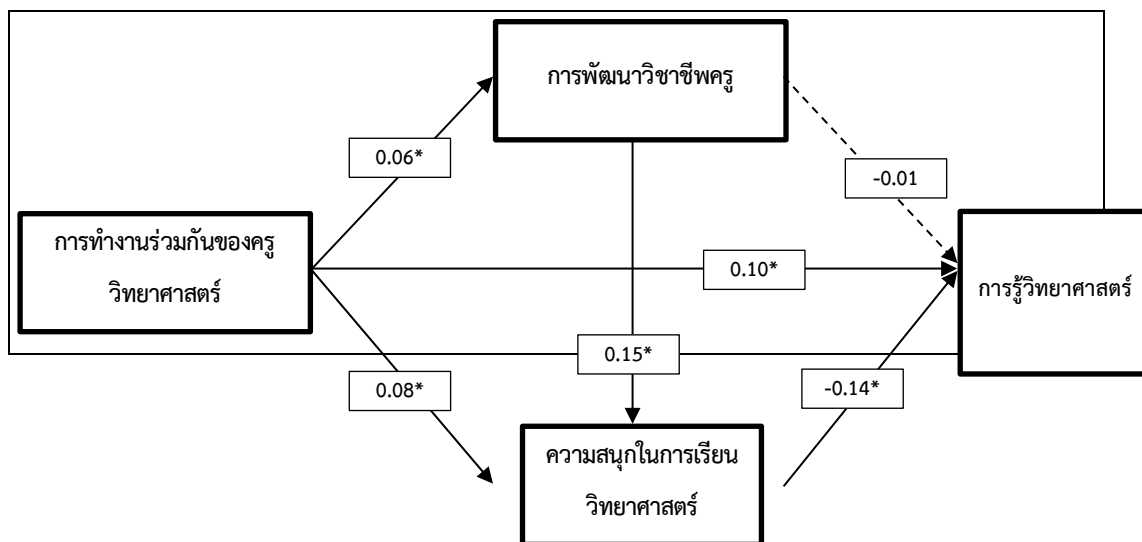
ตาราง 5

ค่าสถิติการวิเคราะห์ห้ที่อิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน

ตัวแปรผล ตัวแปรเหตุ	ความสนุกในการเรียน วิทยาศาสตร์			การพัฒนาวิชาชีพครู			การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
การทำงานร่วมกัน ของครูวิทยาศาสตร์ (COL)	0.08 (0.09)	-0.01 (0.01)	0.08 (0.08)	0.06 (0.26)	-	0.06 (0.26)	0.08 (18.60)	-0.01 (-2.75)	0.10 (21.35)
การพัฒนาวิชาชีพครู (PRO)	0.15 (0.04)	-	0.15 (0.04)	-	-	-	-0.01 (-0.67)	-	-0.01 (-0.67)
ความสนุกในการ เรียนวิทยาศาสตร์ (ENJ)	-	-	-	-	-	-	-0.14 (-30.13)	-	-0.14 (-30.13)
ค่าสถิติ $\chi^2 = 0.07$, df = 1, p = 0.80, CFI=1.00, TLI = 1.01, RMSEA = 0.00, SRMR = 0.00									

ภาพประกอบ 2

โมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน



ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง
พหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์
ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุก
ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครู
เป็นตัวแปรส่งผ่าน ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์
ภายในชั้น (intra-class correlation: ICC) ของตัวแปร
ในระดับครูพบว่า การทำงานร่วมกันของครู
วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.06 แสดงให้เห็นว่า
ตัวแปรสังเกตได้ในระดับครูมีความแปรผัน
เพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Hox &
Mass, 2011)

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของ
โมเดลวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์โมเดลสมการ
โครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของ
ครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการ
พัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า ค่าสถิติ
ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.00 องศาอิสระ (df) มีค่า
เท่ากับ 1 ค่าความน่าจะเป็น (p) มีค่าเท่ากับ 1.00
ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00
ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ
มาตรฐาน (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00 จากข้อมูล
ค่าสถิติที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นสนับสนุนว่า
โมเดลนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
(R-square) ตัวแปรในโมเดล เนื่องจากตัวแปรแฝง
ภายนอกอยู่ในระดับโรงเรียนจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์
การพยากรณ์มีเพียงในกลุ่มระดับโรงเรียนเท่านั้น
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ($R^2=0.18$) ความสนุกในการ
เรียนวิทยาศาสตร์ ($R^2=0.13$) การพัฒนาวิชาชีพครู
($R^2=0.05$) แสดงว่า การทำงานร่วมกันของครู
วิทยาศาสตร์ มีร้อยละการแปรผันร่วมกันกับการ

รู้เรื่องวิทยาศาสตร์และความสนุกในการเรียน
วิทยาศาสตร์ มีร้อยละการแปรผันร่วมกันกับการ
พัฒนาวิชาชีพครูได้ร้อยละ 18 13 และ 5

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรใน
ระดับโรงเรียนรายตัวแปร เมื่อพิจารณาการรู้เรื่อง
วิทยาศาสตร์การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์
ส่งอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ขนาดอิทธิพล
เท่ากับ 0.44 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
0.05 ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนา
วิชาชีพครูส่งอิทธิพลทางตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
เท่ากับ -0.10 และ -0.27 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลทางอ้อม
จากการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ผ่าน
การพัฒนาวิชาชีพครูและความสนุกในการเรียน
วิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -0.12
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาความสนุกในการเรียน
วิทยาศาสตร์ พบว่า การทำงานร่วมกันของครู
วิทยาศาสตร์ในระดับครูมีอิทธิพลทางตรงต่อความ
สนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพล
เท่ากับ 0.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
การพัฒนาวิชาชีพครูมีอิทธิพลทางตรงต่อความสนุก
ในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพล
เท่ากับ 0.08 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
นอกจากนี้ ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์
ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการทำงานร่วมกันของครู
วิทยาศาสตร์ผ่านการพัฒนาวิชาชีพครูในระดับครู
ผ่านการพัฒนาวิชาชีพครู โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ
0.02 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ
เมื่อพิจารณาการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่าการทำงาน
ร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ระดับครูมีอิทธิพล
ทางตรงต่อการพัฒนาวิชาชีพครูโดยมีขนาดอิทธิพล
เท่ากับ 0.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 6

ค่าสถิติการวิเคราะห์ห่อทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน

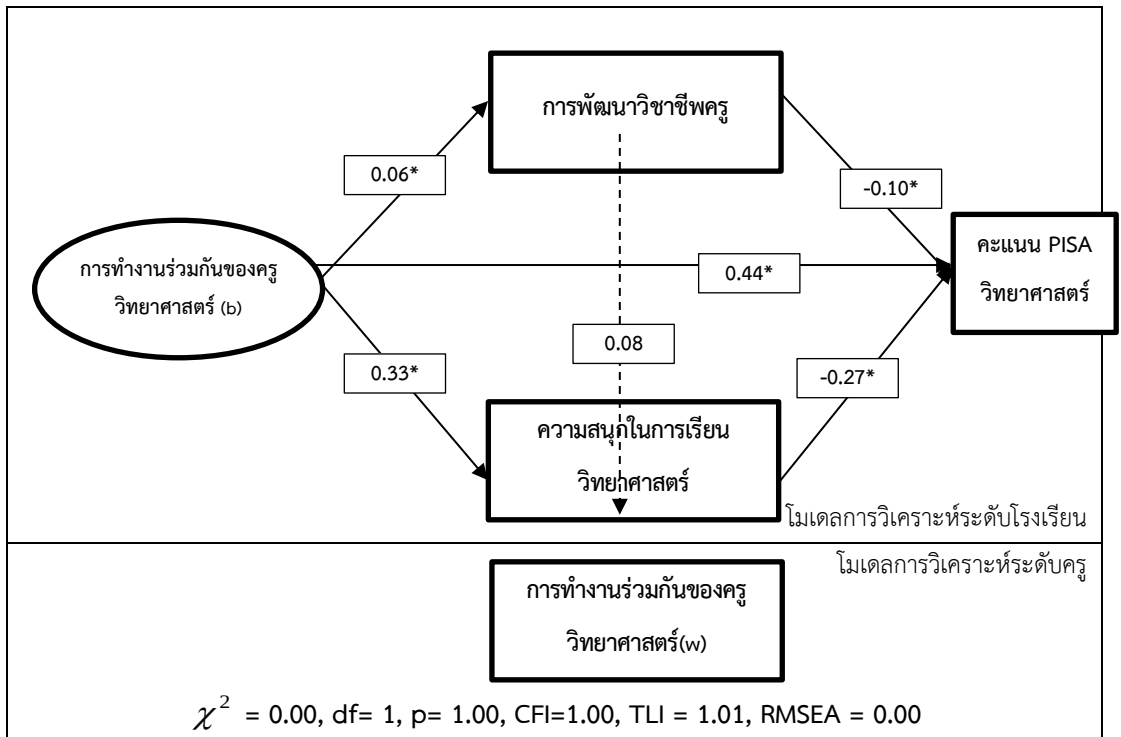
ตัวแปรผล ตัวแปรเหตุ	ความสนุกในการเรียน วิทยาศาสตร์			การพัฒนาวิชาชีพครู			การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
ระดับโรงเรียน									
การทำงานร่วมกัน ของครูวิทยาศาสตร์ (COLw)	0.35 (1.38)	0.02 (0.07)	0.33 (1.30)	0.23 (4.06)	-	0.23 (4.06)	0.32 (285.84)	-0.12 (-100.98)	0.44 (386.81)
การพัฒนาวิชาชีพครู (PROb)	0.08 (0.02)	-	0.08 (0.02)	-	-	-	-0.10 (-4.94)	-	-0.10 (-4.94)
ความสนุกในการ เรียนวิทยาศาสตร์ (ENUb)	-	-	-	-	-	-	-0.27 (-58.84)	-	-0.27 (-58.84)

ค่าสถิติ $\chi^2 = 0.00$, df = 1, p = 1.00, CFI=1.00, TLI = 1.01, RMSEA = 0.00 $N_{\text{ระดับโรงเรียน}} = 397$,

$N_{\text{ระดับครู}} = 9430$

ภาพประกอบ 3

โมเดลสมการโครงสร้างทุกระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน



อภิปรายผลการวิจัย

จากสรุปผลการวิจัยที่น่าเสนอข้างต้น เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วผลการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัย แต่ยังมีบางประเด็นที่น่าสนใจจากผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาและตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า โมเดลนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และให้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัยเกือบทุกตัวแปร (Akiba & Liang, 2016; Ronfeldt, McQueen, & Grissom, 2015; Liu, Zhen, Ding, Liu, Wang, Jiang, & Xu, 2018) แต่มีตัวแปรบางคู่ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ได้แก่ การพัฒนาวิชาชีพครูไม่ส่งอิทธิพลทางตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะในการวัดตัวแปรการพัฒนาวิชาชีพครู เมื่อพิจารณาถึงข้อคำถามที่ใช้ในการวัดสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียนของครู ซึ่งเป็นการจัดการเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียนและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนมีมากมาย เช่น การทะเลาะของนักเรียน ความไม่ตั้งใจเรียนของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์การเรียนต่ำ เป็นต้น ดังนั้น การแก้ไขปัญหาเชิงพฤติกรรมในชั้นเรียนเท่านั้น อาจยังไม่สามารถทำให้การรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นได้ เนื่องจากปัญหาในชั้นเรียนมีจำนวนมาก ครูอาจไม่ได้มุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยตรง อีกประเด็นหนึ่งของผลการวิจัยที่น่าสนใจ คือ ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์

มีอิทธิพลโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางตรงข้ามกัน หมายความว่า นักเรียนมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำลง อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความสุขเพลิดเพลินกับวิชาวิทยาศาสตร์จนอาจไม่สามารถจดจำบทเรียนหรือเข้าใจเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งความสุขในการเรียนเป็นการพัฒนาทางด้านอารมณ์และเจตคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาในการเห็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียน

2. การตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้าง
พหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า โมเดลนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และให้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัยเกือบทุกตัวแปร (Akiba & Liang, 2016; Ronfeldt, McQueen, & Grissom, 2015; Liu, Zhen, Ding, Liu, Wang, Jiang, & Xu, 2018) แต่มีตัวแปรบางคู่ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การพัฒนาวิชาชีพครูของแต่ละโรงเรียนไม่ส่งอิทธิพลทางตรงต่อความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะในการวัดตัวแปรการพัฒนาวิชาชีพครู เมื่อพิจารณาถึงข้อคำถามที่ใช้ในการวัดสะท้อนถึงข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียนของครู ครูในแต่ละโรงเรียนจึงไม่ได้มุ่งเน้นการสร้างบรรยากาศในการเรียนให้สนุกสนาน นอกจากนี้การพัฒนาวิชาชีพครูมีอิทธิพลโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางตรงข้ามกัน แสดงว่า หากโรงเรียนมีการส่งเสริมให้ครูมุ่งพัฒนาการปรับพฤติกรรมนักเรียน อาจทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำลง อาจเป็นเพราะครูในแต่ละโรงเรียนอาจมุ่งเน้นการจัดการ

แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเป็นหลัก โดยอาจจะไม่ได้เน้นการส่งเสริมกิจกรรมที่พัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นหรือการปรับพฤติกรรมเหล่านี้นำมาใช้เวลาในการเรียนการสอนน้อยลง ทำให้ไม่สามารถให้ความรู้ได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละโรงเรียนมีอิทธิพลโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางตรงข้ามกัน หมายความว่า นักเรียนในแต่ละโรงเรียนมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำลง อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความสุขในการเรียน การอ่าน และการทำกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์ จนไม่ได้คำนึงถึงผลลัพธ์หรือความรู้ที่นักเรียนควรได้รับหรือการการจัดกิจกรรมอาจไม่สามารถให้ความรู้ได้อย่างครบทุกประเด็น ดังนั้นโรงเรียนจึงควรดูแลหลักสูตรและกิจกรรมในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความสุขและความรู้ควบคู่ไปพร้อมกัน

3. การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง
ระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน และโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับระหว่างการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นตัวแปรส่งผ่าน ผลการวิจัยสรุปว่า สารสนเทศที่ได้จากการทำโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับมีมากกว่าการวิเคราะห์เส้นทาง สังเกตได้จากค่าขนาดอิทธิพล และค่า R^2 โดยขนาดอิทธิพลของตัวแปรเกือบทุกตัวในโมเดลพหุระดับมีค่ามากกว่าการวิเคราะห์เส้นทาง และค่า R^2 ของตัวแปรทุกตัวในโมเดลพหุระดับมีค่ามากกว่าการวิเคราะห์เส้นทาง นั่นหมายความว่า ตัวแปรในโมเดลพหุระดับสามารถ

อธิบายความผันแปรร่วมกันระหว่างตัวแปรได้มากกว่าการวิเคราะห์เส้นทาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะธรรมชาติของข้อมูลที่มีความซ้อนกันเป็นชั้นและความสัมพันธ์ในระดับกลุ่ม นอกจากนี้โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับฉบับนี้มีตัวแปรตาม (outcome variable) มีมากกว่า 1 ตัวในระดับระหว่างกลุ่ม ซึ่งการวิเคราะห์ในลักษณะนี้โปรแกรม HLM และ SEM ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวได้ ทำให้นักวิจัยฉบับนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ MLM โดย Mplus ทำให้ได้ให้สารสนเทศที่หลากหลายและเป็นประโยชน์ที่มากขึ้น

4. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองโมเดลพบว่า การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสนเทศที่ได้จากโมเดลพหุระดับ พบว่า การทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ในระดับครูส่งผลต่อการพัฒนาวิชาชีพครูในระดับโรงเรียน ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน และการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน ดังนั้น โรงเรียนควรสร้างนโยบายส่งเสริมให้ครูในโรงเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นอย่างดี จะทำให้การรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู

และมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

โรงเรียนควรให้ความสำคัญกับการทำงานร่วมกันของครูวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี และทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การทำงานร่วมกันของครูยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาวิชาชีพครูอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการคัดเลือกตัวแปรที่สามารถอธิบายคะแนน PISA วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้สารสนเทศในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

2.2 ข้อมูล PISA มีการเก็บข้อมูลจากหลายประเทศและแต่ละประเทศมีการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันควรมีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้สารสนเทศเพิ่มเติมเกี่ยวกับบริบทของประเทศที่ส่งผลต่อโมเดลเชิงสาเหตุ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนนโยบายในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละประเทศ

References

- Akiba, M., & Liang, G. (2016). Effects of teacher professional learning activities on student achievement growth. *The journal of Educational Research*, 109(1), 99-110.
- Antoniou, P., & Kyriadiades, L. (2013). A dynamic integrated approach to teacher professional development: Impact and sustainability of the effects on improving teacher behavior and student outcomes. *Teaching and Teacher Education*, 29, 1-12.
- Areepattamannil, S., Freeman, J. G., & Klinger, D. A. (2010). Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychological Education*, 14, 233-259.

- Dash, S., Kramer, R. M., O'Dwyer, L. M., Masters, J., & Russell, M. (2012). Impact of online professional development on teacher quality and student achievement in fifth grade mathematics. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 1-26.
- Hassan, G. (2008). Attitudes toward science among Australian tertiary and secondary school students. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 129-147.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Summary of PISA Assessment 2015, Science, Reading and Mathematics*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Johnson, C. C., Kahle, J. B., & Fargo, J. D. (2007). A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 775-786.
- Lin, Huann-shyang, Hong, Zuway-R., & Huang, Tai-Chu. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
- Lumpe, A., Czerniak, C., Harney, J., & Beltyukova, S. (2012). Beliefs about teaching science: the relationship between elementary teachers' participation in professional development and student achievement. *International Journal of Science Education*, 34(2), 153-166.
- Ronfeldt, M., McQueen, K., & Grissom, J. A. (2015). Teacher collaboration in instructional teams and student achievement. *American Education Research Journal*, 52(3), 475-514.