บทความวิจัย (Research Article)

โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33

A MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODEL OF FACTORS AFFECTING TO SCIENTIFIC LITERACY OF 10TH GRADE STUDENTS UNDER THE SECONDARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 33

Received: May 13, 2021 **Revised:** May 31, 2021 **Accepted:** June 4, 2021

รณกฤต ผลแม่น[1*] ขจิตา มัชฌิมา[2] และจำลอง วงษ์ประเสริฐ[3]
Ronnagrit Phonman[1*] Kajita Matchima[2] and Jumlong Vongprasert[3]

[1,2,3]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
[1,2,3]Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Ronnagrit.p@Gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ใช้ประกอบด้วย นักเรียนจำนวน 1,357 คน และครู 595 คน จาก 64 โรงเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบและแบบวัดแบบมาตรประมาณค่า ที่มีความเชื่อมั่น (Reliability) ระหว่าง 0.856 ถึง 0.984 สถิติที่ใช้ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ และโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ผลการวิจัยพบว่า

1. โมเดลที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (χ^2 = 323.820, df = 235, ดัชนี CFI = 0.993, TLI = 0.992, RMSEA = 0.017, $SRMR_W$ = 0.038, $SRMR_B$ = 0.108 และ χ^2/df = 1.378)

2. ปัจจัยระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับโรงเรียน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู โดยตัวแปรระดับนักเรียนและโรงเรียนอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 13.800 และ 15.700 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ปัจจัยเชิงสาเหตุ โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ

Abstract

The objective of this research were: 1) to develop and validate the multilevel structural equation model with empirical data; and 2) to study causal factors at student and school level effect on students scientific literacy. The sample consisted of 1,357 students and 595 teachers from 64 schools were randomly by multistage sampling method. Instruments used were a test and rating scales, with reliability from 0.856 – 0.984. Statistical analyses were using factor analysis and multilevel structural equation model. The research results showed that:

1. The proposed multilevel structural equation model fits quite well with empirical data set (χ^2 = 323.820, df = 235, CFI = 0.993, TLI = 0.992, RMSEA = 0.017, $SRMR_W$ = 0.038, $SRMR_B$ = 0.108 and χ^2/df = 1.378).

2. Student-level variables, such as science-self believe and motivation for learning science were significance affected the scientific literacy. For school-level variables, only teacher's science instruction was significance. The predictor variables at student and school levels accounted for variance of the student's scientific literacy about 13.800% and 15.700%, respectively.

Keywords: Scientific Literacy, Causal Model, Multilevel Structural Equation Model

บทนำ

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มีเป้าหมายเพื่อให้บุคคลเกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ " Scientific Literacy" (Faikhamta, 2020, p. 46; Ladachart, 2018, p. 179) บุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสาร และโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่ง จำเป็นต้องใช้สมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการตีความข้อมูลและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2016. p. 50) สามารถใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ทั้งในด้านการเมือง การปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมของสังคมไปสู่การเป็นสังคมแห่งวิทยาศาสตร์ รวมถึงการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (NASEM), 2016, pp. 22-26; Viorel & Viorel, 2015, pp. 167-172) สอดรับกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศไทยและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ที่มุ่งขับเคลื่อนความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมการพัฒนากำลังคนที่เน้นผลลัพธ์จากตัวนักเรียน (Literacy-based) เพื่อเป็นกำลังในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศด้วยนวัตกรรม เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับนานาประเทศ (Tantichuwet, 2017, p. 303)

หากแต่เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD เพื่อสำรวจนักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับจากทั่วโลก (IPST, 2018, p. 1) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนโดยภาพรวมของ OECD (OECD, 2018, p. 5) โดยเฉพาะ PISA 2015 ซึ่งพบว่านักเรียนไทยเกือบครึ่งหนึ่งรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน และนักเรียนในเขตภาคอีสานตอนล่างมีผลการประเมินต่ำกว่าภาคอื่น ๆ (IPST, 2018, p. 99, 108-109) ทั้งนี้ PISA 2015 ยังรายงานให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (IPST, 2018, p. 2) ซึ่งผลการประเมินสะท้อนให้เห็นว่า การเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของประเทศกำลังตกอยู่ในสภาวการณ์ถดถอยและด้อยคุณภาพ (Tantichuwet, 2017, p. 303) ระบบการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่สามารถพัฒนานักเรียนในระดับการศึกษาภาคบังคับให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรอย่างที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งยังไม่สามารถพัฒนาและยกระดับคุณภาพการศึกษาในแต่ละพื้นที่ให้เสมอภาคและเท่าเทียมกันได้ (IPST, 2018, pp. 287-290)

จากการวิเคราะห์โมดูลการออกแบบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (OECD, 2016, 106-109) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ไอซีที) ตัวแปรระดับโรงเรียน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู และการบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษา

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แนวทางการประเมินของ PISA 2015 มาทำการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ซึ่งเป็นเขตพื้นที่การศึกษาในพื้นที่ภาคอีสานตอนล่าง โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจบการศึกษาภาคบังคับแล้ว เพื่อสะท้อนผลลัพธ์จากการจัดการศึกษาของโรงเรียนในสังกัด และเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปอย่างถูกทิศทาง เหมาะสมกับบริบทและเกิดผลสำเร็จในระดับที่พึงประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 ในปีการศึกษา 2563 จำนวน 85 โรงเรียน ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8,025 คน และครู จำนวน 3,096 คน

ตัวอย่างในการวิจัย ประกอบด้วย 64 โรงเรียน นักเรียน 1,357 คน และครู 595 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Kanjanawasee, 2011, p. 109) โดยขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนทั้งหมด 85 โรงเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามขนาดของโรงเรียน (เล็ก กลาง ใหญ่ ใหญ่พิเศษ) ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนแต่ละขนาดโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นได้ 64 โรงเรียน ซึ่งมากกว่า 50 กลุ่ม เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ (Mass & Hox, 2005, p. 86; Muthén, 1991, p. 352) ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดมาร้อยละ 70 รวมได้ 200 ห้องเรียน ขั้นที่ 4 สุ่มนักเรียนจากแต่ละห้องเรียนห้องเรียนละ 3 – 10 คน ตามสัดส่วนขนาดของห้องเรียน ได้นักเรียน 1,357 คน ขั้นที่ 5 สุ่มครูจากโรงเรียนแต่ละขนาดมาร้อยละ 25 ได้ครูจำนวน 595 คน ขนาดตัวอย่างในภาพรวมมากกว่า 5 เท่าของตัวแปรสังเกตได้ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Maximum Likelihood ได้ (Hair et al., 2014)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรพยากรณ์ จำนวน 6 ตัวแปร แบ่งเป็น 2 ระดับ ประกอบด้วย

2.1.1 ตัวแปรระดับนักเรียน 4 ตัวแปร ประกอบด้วย 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude towards science: ATTS) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 1.1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ (ATT1) 1.2) การให้ความสำคัญต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ATT2) และ 1.3) การรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม (ATT3) 2) แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Motivation for learning science: MOTL) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 2.1) การรับรู้ความสามารถของตนเอง (MOT1) 2.2) กลยุทธ์การเรียนรู้เชิงรุก (MOT2) 2.3) การเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ (MOT3) 2.4) เป้าหมายในการปฏิบัติ (MOT4) 2.5) เป้าหมายความสำเร็จ (MOT5) และ 2.6) การกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ (MOT6) 3) ความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ (Science-Self believe: SSBL) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 3.1) การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ (SSB1) 3.2) การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (SSB2) และ 3.3) การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ (SSB3) และ 4) สมรรถนะทางด้านไอซีที (ICT Competencies: ICTC) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 4.1) ความรู้ด้านไอซีที (ICT1) 4.2) ทักษะด้านไอซีที (ICT2) และ 4.3) เจตคติและจริยธรรมในการใช้ไอซีที (ICT3)

2.1.2 ตัวแปรระดับโรงเรียน 2 ตัวแปร ประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู (Teacher’s science instruction: SCIN) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 1.1) ขั้นสร้างความสนใจ (SCI1) 1.2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (SCI2) 1.3) ขั้นอธิบาย (SCI3) 1.4) ขั้นขยายความรู้ (SCI4) และ 1.5) ขั้นประเมินผล (SCI5) และ 2) การบริหารจัดการทรัพยากร

ทางการศึกษา (Educational resources administration: RESO) มีตัวแปรสังเกตได้คือ 2.1) หลักความเป็นธรรม (RES1) 2.2) หลักความเสมอภาค (RES2) 2.3) หลักประสิทธิภาพ (RES3) 2.4) หลักประสิทธิผล (RES4) 2.5) หลักความพอเพียง (RES5) 2.6) หลักการกระจายอำนาจ (RES6) 2.7) หลักเสรีภาพ (RES7) และ 2.8) หลักการปฏิบัติได้จริง (RES8)

2.2 ตัวแปรตาม คือ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy: SLC) ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ (SLC_1) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SLC_2) และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (SLC_3)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือ และผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 ประเภทเครื่องมือ ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเชื่อมั่น
ประเภทที่ 1 แบบทดสอบรูปแบบข้อสอบแบบผสมผสาน (complex item test)		
1. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	0.468 – 1.000	KR-20; r_{tt} = 0.856, α = 0.980
ประเภทที่ 2 แบบวัด จำนวน 6 ฉบับ มีลักษะเป็นมาตรประมาณค่า (rating scale) 6 ระดับ		
1. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	0.443 – 0.788	α = 0.927
2. แบบวัดแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์	0.384 – 0.766	α = 0.948
3. แบบวัดความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์	0.396 – 0.768	α = 0.926
4. แบบวัดสมรรถนะทางด้านไอซีที	0.342 – 0.669	α = 0.867
5. แบบประเมินพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครู	0.527 – 0.779	α = 0.959
6. แบบสอบถามการบริการจัดการทรัพยากรทางการศึกษา	0.423 – 0.859	α = 0.979

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

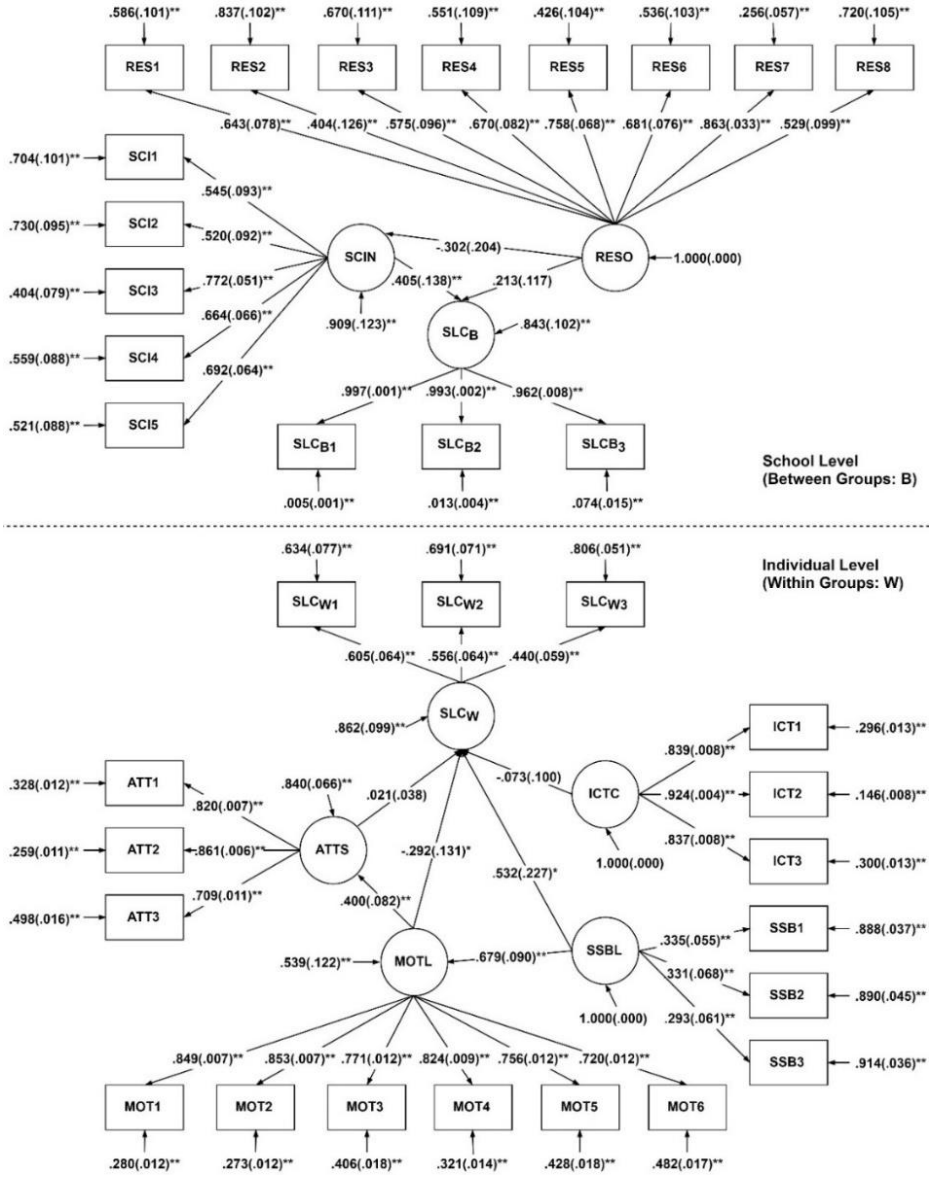
ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICCs) ของตัวแปรสังเกตได้ในรูปแบบการวัดพหุระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ อยู่ระหว่าง 0.189 ถึง 0.249 ซึ่งสูงกว่า 0.050 แสดงว่าข้อมูลจากการวัดในระดับนักเรียนมีความแปรผันในระดับโรงเรียนเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับได้ (Dumrongpanit, 2012, p. 127)

1.2 ผลจากการปรับรูปแบบเพื่อวิเคราะห์ความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทำให้รูปแบบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของรูปแบบ ได้แก่ ค่า χ^2 = 323.820, df = 235 ดัชนี CFI = 0.993, TLI = 0.992, RMSEA = 0.017, $SRMR_W$ = 0.038, $SRMR_B$ = 0.108 และ χ^2/df = 1.378 ซึ่งแสดงได้ดังภาพ 1 ทั้งนี้ กลุ่มตัวแปรพยากรณ์ในระดับนักเรียนและกลุ่มตัวแปรพยากรณ์ในระดับโรงเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับนักเรียนและการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนได้ร้อยละ 13.800 (R^2 = 0.138) และ 15.700 (R^2 = 0.157) ตามลำดับ



ภาพ 1 โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 แสดงได้ดังตาราง 2 และตาราง 3 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับนักเรียน มีดังนี้

1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.021, p > .05)

2) แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (MOTL) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = -0.292, p < .05) และมีอิทธิพลทางโดยตรงทางบวกต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.400, p < .01)

3) ความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ (SSBL) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.532, p < .05) มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์

(β = 0.679, p < .01) และมีอิทธิพลโดยอ้อมทางบวกต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.272, p < .01) ตามลำดับ

4) สมรรถนะทางด้านไอซีที (ICTC) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (β = -0.073, p > .05)

ตาราง 2 ขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม ในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของตัวแปรระดับนักเรียน

ตัวแปรทำนาย	อิทธิพล			อิทธิพล			อิทธิพล		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
Within		SLC_W			ATTS			MOTL	
1. ATTS	0.021		0.021						
2. MOTL	-0.292*	0.008	-0.283*	0.400**		0.400**			
3. SSBL	0.532*	-0.192	0.340*		0.272**	0.272**	0.679**		0.679**
4. ICTC	-0.073		-0.073						

* p < .05, ** p < .01

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน มีดังนี้

1) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู (SCIN) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.405, p < .01)

2) การบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษา (RESO) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (β = 0.213, p > .05) และมีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (β = -0.302, p > .05)

ตาราง 3 ขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม ในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของตัวแปรระดับโรงเรียน

ตัวแปรทำนาย	อิทธิพล			อิทธิพล		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE
Between		SLC_W			SCIN	
1. SCIN	0.405**		0.405**			
2. RESO	0.213	-0.122	0.091	-0.302		-0.302

* p < .05, ** p < .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่นำเสนอในข้างต้นนั้น โดยภาพรวมแล้วรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังมีประเด็นสำคัญเกี่ยวกับลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาอภิปราย ดังนี้

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับนักเรียน

1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเจตคติเป็นคุณลักษณะภายในที่แสดงถึงแนวโน้มในการที่จะบ่งบอกว่าบุคคลนั้นจะมี

พฤติกรรมหรือการแสดงออกอย่างไรต่อสิ่งเร้าเท่านั้น (Kowtrakul, 2016, p. 396) เช่นเดียวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้สึกหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Nuangchalerm, 2014, p. 116) ไม่ได้เป็นตัวชี้วัดว่าบุคคลบุคคลนั้นจะสามารถทำสิ่งนั้นได้ดีหรือประสบผลสำเร็จ ซึ่งหมายความว่าการที่นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับสูง อาจหมายถึงการที่นักเรียนมีความสุข พึงพอใจ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความตั้งใจในการเรียนหรือร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแบบการสอนของครูที่สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของนักเรียน (Learning style) (Niltheun, 2010, pp. 110-113) หรือความสามารถของครูในการสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Panich, 2013, pp. 67-73)

2) แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (MOTL) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้แม้ว่าข้อสรุปส่วนใหญ่จะมองว่าแรงจูงใจในการเรียนเป็นตัวเริ่มต้นกำกับทิศทาง สร้างความต่อเนื่องในการเรียน รวมทั้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลให้เกิดสัมฤทธิผลในการเรียนรู้ (Panich, 2013, p. 68; Kowtrakul, 2016, p. 179) ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (IPST, 2018, p. 121) หากแต่ผลการวิจัยที่พบกลับตรงข้าม สอดคล้องกับผลการประเมินของ PISA 2015 ที่พบว่าในบางประเทศแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลการประเมิน (IPST, 2018, pp. 150-151) จากข้อสรุปของ Keefe and Jerkins (as cited in Zenzen, 2002, pp. 7-8) อาจอธิบายได้ว่าบุคคลมีแรงจูงใจไม่ได้หมายความว่าทุกคนสามารถกระทำการได้อย่างเกิดสัมฤทธิผล ในทำนองเดียวกันผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นก็ไม่ได้สะท้อนถึงระดับของแรงจูงใจของแต่ละบุคคลได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการปฏิบัติว่าบุคคลนั้นมีแรงจูงใจที่จะทำงานให้สำเร็จหรือเป็นเพียงแรงจูงใจเพื่อหลีกเลี่ยงความล้มเหลว จึงควรมีการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรนี้เพิ่มเติม

3) ความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ (SSBL) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าความเชื่อในตนเองจะส่งผลต่อความคิด ความรู้สึก แรงจูงใจ และโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จ โดยบุคคลที่มีความเชื่อในตนเองสูงจะมีแรงจูงใจที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่ดี (Taksino et al., 2016, p. 68; Artino, 2012, pp. 77-78; Kyllonen et al., 2011, p. 3) โดยความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์ (Science self believe) สามารถทำนายระดับศักยภาพทางวิชาการของบุคคลได้ (Hayat et al., 2020, p. 1; Sharma & Nasa, 2014, p. 57) ถือเป็นความสามารถในการบรรลุเป้าหมายที่ต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Mason, Boscolo, Tornatora, & Ronconi, 2012, pp. 49-79) อาจสรุปได้ว่าความเชื่อในตนเองทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวกำหนดแนวโน้มพฤติกรรมของบุคคล ที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถของตน ทำให้การกระทำนั้นมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ

4) สมรรถนะทางด้านไอซีที (ICTC) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากไอซีทีเป็นเพียงตัวช่วยและเครื่องมือในการเข้าถึงแหล่งความรู้ สารสนเทศ เป็นปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้และแหล่งจัดเก็บนวัตกรรมสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเท่านั้น (National Research Council, 2000, p. 219) ซึ่งอาจไม่ได้ส่งผลโดยตรงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับข้อสรุปของ OECD (2015, p. 15) ที่ว่าแม้ไอซีทีจะเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น หากแต่เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินของ PISA แล้ว กลับพบว่าไอซีทีไม่ได้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างน่าพึงพอใจ โดยข้อสังเกตสำคัญที่พบคือนักเรียนยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญและขาดเป้าหมายในการเรียนรู้ และไอซีทีมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีขึ้นเมื่อครูเป็นผู้ใช้งาน และสามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม (Margarida & Federico, 2017, p. 43)

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน

1) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู (SCIN) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูที่ส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยมีครูผู้สอนกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Faikhamta, 2020, p. 96; Khemmani, 2017, p. 141; Ladachart, 2018, pp. 9-11) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อาจไม่ได้เหมาะกับนักเรียนทุกกลุ่ม โดยระดับความเข้มของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและทัศนคติในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูผู้สอนจึงควรพิจารณาและออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับบริบทและลักษณะของนักเรียน (Jiang & McComas, 2015, pp. 1-22)

2) การบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษา (RESO) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และมีอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากทรัพยากรทางการศึกษาถือว่าเป็นปัจจัยจำเป็นในการบริหารจัดการการศึกษา โดยเฉพาะงบประมาณเนื่องจากเป็นปัจจัยเริ่มต้นที่สามารถนำไปใช้ในการจัดหาทรัพยากรทางการศึกษาอื่นๆ และถือว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของการจัดการศึกษา นั่นก็คือคุณภาพของผู้เรียน ซึ่งสะท้อนออกมาในรูปแบบต่างๆ ซึ่งผลการศึกษาเหล่านี้นำไปสู่การกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การลงทุนด้านการศึกษาของนานาประเทศทั้งในปัจจุบันและอนาคต หากแต่ว่าในอีกมุมหนึ่งนักวิชาการเหล่านี้ยังได้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีความสำคัญมากกว่าการมีงบประมาณหรือทรัพยากรคือ การบริหารจัดการงบประมาณหรือทรัพยากรทางการศึกษาเพื่อชี้ให้เห็นว่างบประมาณหรือทรัพยากรทางการศึกษาที่โรงเรียนมีอยู่นั้นถูกนำไปใช้อย่างไร มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพหรือไม่ (Education for All Global Monitoring Report Team, 2015, pp. 2-14; OECD, 2017, pp. 32-33) ทั้งนี้ แม้ว่าการบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษาจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่อาจไม่ได้มีอิทธิพลโดยตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หากแต่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความพร้อมในการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะทรัพยากรเป็นตัวกลางในการกระตุ้นกิจกรรมให้สามารถดำเนินงานต่อไปได้ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สามารถดำเนินงานให้เกิดประสิทธิผลตามเป้าหมาย (Khongkaew, 2016, p. 70)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ให้สามารถพัฒนากระบวนการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้อง หลากหลาย และสอดคล้องกับบริบทจริง

1.2 ควรส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมคุณลักษะที่ไม่ใช่พุทธิพิสัย (Non-cognitive factor) เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความพึงพอใจ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

1.3 ควรส่งเสริมให้ครูนำไอซีทีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม และส่งเสริมให้นักเรียนใช้งานไอซีทีเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 ควรบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษาให้มีความพร้อม เหมาะสมและสอดคล้องกับการ บริหารจัดการการศึกษาโดยภาพรวม

1.5 หน่วยงานนอกเหนือขอบเขตของการวิจัยนี้ควรศึกษาบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวิสัยทัศน์ พันธกิจ วัฒนธรรมและสังคม ของหน่วยงานก่อนนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบความสัมพันธ์ของแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มเติม

2.2 ควรมีการนำนัยจากการประเมินรวมถึงโมดูลการประเมินของ PISA มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับบริบทขององค์กร เพื่อทำการคัดสรรปัจจัยอื่นๆ มาใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม

References

Artino, A. R. (2012). Academic self-efficacy: From educational theory to instructional practice. *Perspective on Medical Education,* 1(2), 76-85.

Dumrongpanit, S. (2012). *Mplus program with data analysis in behavioral and social sciences.* Mahasarakham: Mahasarakham University. [in Thai]

Education for All Global Monitoring Report Team (EFA-GMR Team). (2015*).* Investing in Teacher is Investing in Learning: A Prerequisite for the Transformative Power of Education. Background Paper for *the Oslo Summit on Education for Development*; 6-7 July 2015, Oslo: Norway.

Faikhamta, C. (2020). *Strategies for teaching chemistry.* Bangkok: Chulalongkorn University press. [in Thai]

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). New Jersey: Pearson Education.

Hayat, A. A., Shateri, K., Amini, A., & Shokrpour, N. (2020). Relationship Between Academic Self-Efficacy, Learning-related Emotions, and Metacognitive Learning Strategies with Academic Performance in Medical Students: A Structural Equation Model. *BMC Medical Education,* 20(76), 1-11.

Jiang, F., & McComas, W. F. (2015). *The effects of inquiry teaching on students science achievement and attitudes: Evidence from propensity score analysis of PISA data. International Journal of Education.* 37(3), 554-576.

Kanjanawasee, S. (2011). *Multilevel Analysis.* Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Keefe, J., & Jenkins, J. (1993). Eye on education: Instruction and the learning environment. In Zenzen, T. G. (2002). *Achievement Motivation* (pp. 7-8). Wisconsin, USA: University of Wisconsin-Stout.

Khemmani, T. (2017). *The science of teaching: Knowledge for effective learning* (21st ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Khongkaew, P. (2016). *Strategies of educational resources mobilization of basic education school* (Doctoral dissertation). Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani Rajabhat University. [in Thai]

Kowtrakul, S. (2016). *Educational psychology* (12th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University press. [in Thai]

Kyllonen, P. C., Walters, A. M., & Kaufman, J. C. (2011). *The role of noncognitive constructs and other background variables in graduate education* (Research report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Ladachart, L. (2018). *Teaching science as Science: History philosophy and education.* Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Margarida, R., & Federico, B. (2017). *Digital technologies and learning outcomes of students from low socio-economic background: An analysis of PISA 2015.* Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Mason, L., Boscolo, P., Tornatora, M. C., & Ronconi, L. (2013). Besides knowledge: A cross-sectional study on the relations between epistemic beliefs, achievement goals, self-beliefs, and achievement in science. *Instructional Science,* 41(1), 49-79.

Mass, C. J. M., & Hox, J. J. (2005). Sufficient sample sizes for multilevel modeling. *Methodology,* 1(3), 86-92.

Muthén, B. O. (1991). Multilevel factor analysis of class and student achievement components. *Journal of Educational measurement,* 28(4), 338-354.

National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (NASEM). (2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences.* Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition.* Washington, DC: The National Academies Press.

Niltheun, A. (2010*). Effect of learning styles and matching of learning styles – teaching styles on ninth grade student's science learning achievement with attitude towards science as mediator* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

Nuangchalerm, P. (2014). *Science learning in the 21st century.* Mahasarakham: Apichart Printing. [in Thai]

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection.* Paris: OECD Publish.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellent and Equity in Education.* Paris: OECD Publish.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2017). *The Funding of School Education: Connecting Resources and Learning.* Paris: OECD Publish.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *Education Policy Outlook: Mexico.* Paris: OECD Publish.

Panich, V. (2013). *How learning works?* Bangkok: S. R. Printing Mass Product. [in Thai]

Sharma, H. L., & Nasa, G. (2014). Academic self-efficacy: A reliable predictor of educational performances, *British Journal of Education,* 2(3), 57-64.

Taksino, P., Promabun, T., Suraset, Ch., Jogsatit, T., & Kadchaturat, J. (2016). *Measurement and assessment model of students' desirable characteristics based on national education standards and developing battery test of attitudinal constructs for basic educational students*. Bangkok: National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). [in Thai]

Tantichuwet, P. (2017). Learner development to grow to their full potential. In Sinlarat, P., & Meesan, N. (Editor), *Educational Leadership* (pp. 303-312). Bangkok: Chulalongkorn University press. [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *PISA 2015 results (Volume I): Excellent and equity in education.* Bangkok: Success Publication. [in Thai]

Viorel, M., & Viorel, D. (2015). Scientific literacy in school. *Procedia – Social and Behavioral Sciences,* (209), 167-172.

Zenzen, T. G. (2002). *Achievement motivation.* Wisconsin: University of Wisconsin-Stout.