

การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู Developing the Measurement instrument of Science Epistemic Belief for Student Teachers

อนุรักษ์ นิลหุต^{1*} กนิษฐ์ ศรีเคลือบ² และสุวิมล ว่องวานิช³
Anurak Ninlahoot^{1*} Kanit Sriklub² and Suwimon Wongwanich³

¹ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, anurak.n.chula@gmail.com
(Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University)

² ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, kanit.s@chula.ac.th
(Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University)

³ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, suwimon.w@chula.ac.th
(Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 130 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการของความรู้ แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ จำนวน 28 ข้อ 2) แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่าเฉลี่ย I-CVI = .82) มีความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในระหว่าง .774 - .866 และมีผลความตรงเชิงโครงสร้างจากการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2(3, n=130) = 3.292, p = .348$; CFI = .998 TLI = .997, RMSEA = .027 SRMR = .182)

คำสำคัญ: ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop the measurement instrument of science student teachers' science epistemic belief. Data were obtained from 130 science student teachers and were collected by using a 5-point rating scale. The research findings were as follows: 1) The measurement instrument of science student teachers' science epistemic belief consists of 4 components: certainty, development, source, justification and was developed with 28 items. 2) The measurement instrument of science student teachers' science epistemic belief has content validity as examine by experts. (Average I-CVI = .82). The Cronbach's alpha reliability coefficient ranged between .774 - .866. It also has construct

validity as shown by the model fit with the empirical data (Chi-square(3, $n=130$) =3.292 , $p= .348$; CFI =.998 TLI=.997, RMSEA= .027 SRMR=.182)

KEYWORDS: Science epistemic belief, Science student teachers, Confirm factor analysis,
Content validity index

**Corresponding author, E-mail: anurak.n.chula@gmail.com โทร 097-3363240*

Received: 2 June 2022 / Revised: 6 July 2022 / Accepted: 20 July 2022 / Published online: 27 January 2023

บทนำ

ญาณวิทยา (epistemology) เป็นปรัชญาที่ว่าด้วยธรรมชาติและการให้เหตุผลของความรู้ในมนุษย์ ซึ่งเป็นที่สนใจของ นักปรัชญายาวนาน Piaget (1950 อ้างถึงใน Hoffer & Pintrich, 1997) ได้นำญาณวิทยามาพัฒนาและอธิบายโมเดลทศวรรษกระบวนการแสวงหาความรู้ของบุคคล ทำให้เกิดเป็นแนวคิดสำคัญที่ว่าด้วยเรื่องความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ของแต่ละบุคคล (Hoffer & Pintrich, 1997) ซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิจัยมาตลอด

รูปแบบของญาณวิทยาในตัวบุคคลเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับอิทธิพลจากการยึดถือความเชื่อของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน ดังนั้น มุมมองของธรรมชาติของความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นหัวใจสำคัญของญาณวิทยาของแต่ละบุคคล จึงถูกให้นิยามว่า “epistemological belief” (Ryan, 1984; Schommer, 1990; Schommer et al., 1992 อ้างถึงใน Hoffer, 2001) ในงานวิจัยของ Nussbaum, Sinatra, Poliquin (2008) ได้แนะนำการใช้คำ “epistemic beliefs หรือ epistemological beliefs” ไว้ว่าให้เลือกใช้ epistemic beliefs เพราะเป็นคำที่กระชับขึ้น และต้องการให้เป็นคำเฉพาะที่ใช้กับความเชื่อด้านความรู้ และวิธีการแสวงหาความรู้ของนักเรียน นักศึกษา นอกจากนั้นคำว่า epistemic beliefs มีความหมายชัดเจนเกี่ยวกับมุมมอง ความเชื่อด้านความรู้แต่ epistemological beliefs จะมีความหมายไปในทิศทางเกี่ยวกับความเชื่อในปรัชญามากกว่า (Greene, Sandoval, & Bråten, 2016; Guilfoyle, McCormack & Erduran, 2020; Kitchener, 2002) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังคงใช้คำว่า epistemological epistemic belief และ epistemic belief อยู่ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า epistemic belief ตามแนวคิดของ Nussbaum, Sinatra, Poliquin (2008)

คำศัพท์คำว่า epistemic beliefs ยังไม่มีการใช้ที่แพร่หลายในประเทศไทย และจากการศึกษางานวิจัย ในบริบทประเทศไทย พบว่านักวิจัยใช้คำว่า epistemological beliefs (วิศนุกร นามมุงคุณ, ไชยพงศ์ เรื่องสุวรรณ และ Fang-Ying Yang, 2563; มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปารีชาติ แสนนา, 2563; กอบแก้ว สิงหนตรวิวัฒน์ และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, 2555; Rongbutrsri & Yuan, 2021) มากกว่า epistemic beliefs (Fujiwara, Lualathaphol, Phillips, 2012) เมื่อพิจารณาการให้ความหมายของศัพท์ในภาษาไทย พบว่าในแต่ละงานวิจัยมีการใช้ที่แตกต่างกันไป เช่น ความเชื่อเรื่องความรู้ (สุปราณี จำปา, 2548) ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (วิศนุกร นามมุงคุณ และคณะ, 2563) ความเชื่อทางญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปารีชาติ แสนนา, 2563) และความเชื่อในการได้มาซึ่งความรู้ (กอบแก้ว สิงหนตรวิวัฒน์ และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, 2555) เพื่อให้สะดวกต่อการเรียกชื่อตัวแปร และมีความหมายครอบคลุมกับนิยาม (Hoffer & Pintrich, 1997) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำว่า “ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science epistemic beliefs)” โดยความเชื่อด้านความรู้ครอบคลุมมิติความรู้ทั้ง 2 ส่วนของความรู้ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิจัยของต่างประเทศมีหลากหลายแง่มุม ทั้งการศึกษาในด้านผู้เรียน และในด้านผู้สอน เนื่องจากความเชื่อด้านความรู้ (epistemic belief) เป็นหัวข้อการวิจัยการศึกษาที่โดดเด่น และส่งผลสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ (Kampa et.

al, 2016) ในด้านการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ของผู้สอน มีนักวิจัยด้านการศึกษจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า ความเชื่อด้านความรู้ของครู (epistemic beliefs) ส่งผลต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ (instructional orientation) และสมรรถนะด้านการสอนของครู (teaching competence) (Brownlee, 2003; Chan & Elliott, 2004; Cheng et al., 2009; Hashweh, 1996; Hofer & Pintrich, 1997; Olafson & Schraw, 2006 อ้างถึงใน Sosu & Gray, 2012) ทำให้มีนักวิจัยการศึกษาได้ทำการศึกษาในองค์ประกอบของความเชื่อด้านความรู้ เกิดเป็นโครงสร้างของความเชื่อด้านความรู้แบบพหุมิติ (multidimensional structure) และความเชื่อด้านความรู้ในโดเมนเฉพาะด้าน (domain-specificity) (Kampa et al., 2016)

การศึกษาที่เชื่อมโยงกับความเชื่อด้านความรู้ ที่เชื่อมโยงกับโดเมนเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือเรียกว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science epistemic beliefs) สามารถเป็นตัวบ่งชี้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านไปได้ เพราะความเชื่อในด้านนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดในการอ้างความรู้โดยใช้หลักฐานที่มีอยู่และนำมาตัดสินว่าความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ความเชื่อนี้สามารถส่งผลต่อการรับรู้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในการเรียน กลยุทธ์การเรียน มโนทัศน์การเรียน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย (Chen, 2012; Mason et al., 2013; Qian & Alvermann, 2000; Schommer, 1994; Trautwein & Lüdtke, 2007; Yang et al., 2019; Kampa et al., 2016) ซึ่งความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเป็นทั้งตัวแปรต้น (Kizilgunes et al., 2009; Mason et al., 2013; Tsai et al., 2011) ตัวแปรตาม (Chen, 2012; Conley et al., 2004) หรือสามารถเป็นตัวแปรส่งผ่าน (Trautwein & Lüdtke, 2007)

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการที่ครูนำมาใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Liang & Tsai, 2010; Muis et al., 2006; Tsai et al., 2011; Wu et al., 2021) และระดับความเชื่อด้านความรู้สามารถทำนายพฤติกรรมการสอน (constructivist and traditional teaching) ของครูได้ (Ekinci, 2017) การศึกษาความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ และมีความจำเป็น ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษาความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ อาจทำให้เพิ่มการค้นพบคำตอบของคำถามที่ว่า “จะอย่างไร เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น” (วิชญาดา นวกิจบำรุง และ สลา สามิภักดิ์, 2562)

ประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ โดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน (กอบแก้ว สิงหนตรวิวัฒน์ และไพโรจน์ เต็มเตชาดิพงษ์, 2555; วิศนุกร นามมวงคุณ และคณะ, 2563; มยุรฉัตร ยลวิลาสและปาริชาติ แสนนา, 2563) และใช้คำศัพท์ภาษาไทยที่แตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย ส่วนการศึกษาความเชื่อของนักศึกษาครู และครู เป็นการศึกษาความเชื่อวิทยาศาสตร์ของครูแบบองค์รวม เช่น ความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งความเชื่อออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) ความเชื่อเกี่ยวกับเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ 2) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความเชื่อเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ (วิชญาดา นวกิจบำรุง และสลา สามิภักดิ์, 2562) ซึ่งไม่ได้ศึกษาในความเชื่อด้านความรู้

จากการทบทวนเอกสารข้างต้น ทำให้ทราบว่าการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ในประเทศไทย ยังมีประเด็นวิจัยที่ไม่ค่อยแพร่หลาย และเป็นการศึกษาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งแม้ว่าจะมีงานวิจัยต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าความเชื่อด้านความรู้ของนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อพฤติกรรมในห้องเรียน โดยการศึกษาของ Wu et al. (2021) ได้แสดงให้เห็นว่าความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์กับความรู้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (science-specific PCK) และความเชื่อในการสอนวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู (science teaching beliefs) กล่าวคือ หากครูหรือนิสิตนักศึกษาครูมีระดับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน ก็จะส่งผลให้ครูไม่มีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ และมีกลยุทธ์ในการสอนที่ไม่หลากหลายได้ ข้อสังเกตนี้จึงเกิดเป็นประเด็นของการวิจัยในครั้งนี้ คือ การพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(science epistemic beliefs) ของนิสิตนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ในระหว่างเตรียมพร้อมในการที่จะเป็นครุวิทยาศาสตร์ในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะด้านเกี่ยวกับลักษณะ มุมมองความคิดที่มีต่อความรู้ และอธิบายความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา และหากความเชื่อด้านความรู้ในมิติที่ได้อยู่ในระดับต่ำหรือพื้นฐาน (naïve beliefs) จึงควรที่จะพัฒนาความเชื่อในมิตินั้นต่อไป เนื่องจากความเชื่อด้านความรู้นี้ เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดวิธีการสอน การจัดการในชั้นเรียน (Liang & Tsai, 2010; Muis et al., 2006; Tsai et al., 2011)

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science epistemic belief) หมายถึง แนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความแน่นอนของความรู้ (certainty) และ 2) พัฒนาการความรู้ (development) และลักษณะธรรมชาติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) แหล่งความรู้ (source) และ 2) การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)

2. พัฒนาการความรู้ (development) หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงการมองว่าความรู้ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้

3. ความแน่นอนของความรู้ (certainty) หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าวิทยาศาสตร์มีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมีมุมมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา

4. แหล่งความรู้ (source) หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

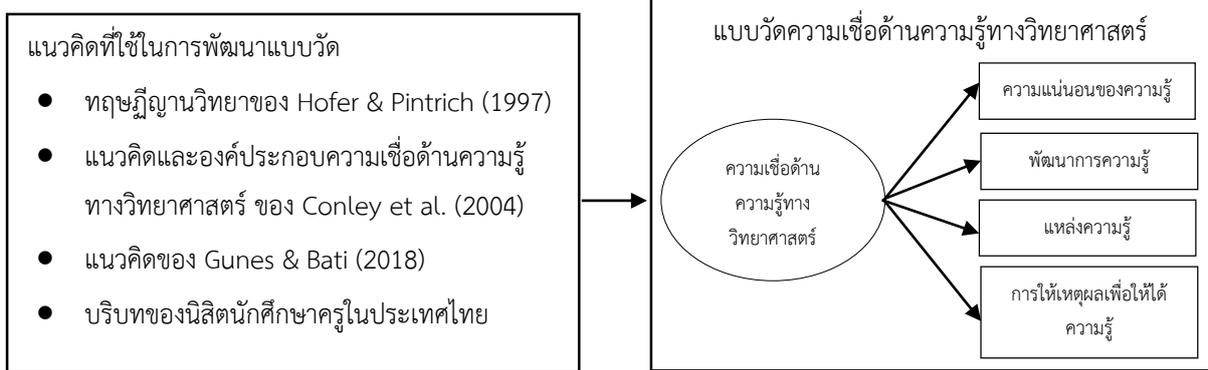
5. การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าคุณต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้

6. แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือแบบมาตราประเมิณค่า 5 ระดับ จำนวน 28 ข้อ สำหรับใช้ในการวัดระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 มิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ และ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครูเพื่อมาพัฒนาแบบสอบถาม การพัฒนาแบบสอบถามใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) แนวคิดของ Gunes & Bati (2018) และครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีฐานวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) คือ วิธีการที่บุคคลระบุความรู้ออกมาได้ (ธรรมชาติของความรู้) ประกอบไปด้วย พัฒนาการความรู้ และความแน่นอนของความรู้ ส่วนวิธีการที่บุคคลใช้ในการแสวงหาความรู้ (ธรรมชาติของการแสวงหาความรู้) ประกอบไปด้วย แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ จากนั้นนำมาปรับข้อความให้สอดคล้องกับนิสิตนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ และบริบทของประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

ประชากร คือ นิสิตนักศึกษาครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ชั้นปีที่ 1 - 5 โดยมี 4 วิชาเอก คือ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ วิชาเอกเคมี และวิชาเอกชีววิทยา รวมทั้งสิ้น จำนวน 294 คน

ตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตนักศึกษาครุ ชั้นปีที่ 1 – 5 ในสาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) 4 วิชาเอก คือ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ วิชาเอกเคมี และวิชาเอกชีววิทยา ในปีการศึกษา 2564 คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้เว็บไซต์ของ Deniel Soper โดยรายละเอียดการกำหนดตัวอย่าง อิงจากโมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ อิทธิพลที่คาดหวังระดับ .05 เป็นระดับปานกลางค่อนข้างสูง และกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ได้ตัวอย่างสำหรับการศึกษาน้อย 100 คน (Soper, 2021) การศึกษาครั้งนี้ได้ตัวอย่างวิจัยจำนวน 130 คน ด้วยวิธี online sampling แบ่งเป็น วิชาเอกวิทยาศาสตร์จำนวน 25 คน วิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 25 วิชาเอกเคมี จำนวน 42 คน และวิชาเอกชีววิทยาจำนวน 28 คน

เครื่องมือวิจัย

ลักษณะแบบสอบถามมาตรฐานประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ในเครื่องมือมีส่วนประกอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครุ ตอนที่ 2 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นิสิตนักศึกษาครุ และครู เพื่อนำไปกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และโครงสร้างของตัวแปรที่ต้องการวัด
2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของตัวแปร และเขียนข้อคำถาม โดยผู้วิจัยปรับคำถามให้เข้ากับบริบทนิสิตนักศึกษาในประเทศไทย ในการพัฒนาข้อคำถามนี้ใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) เนื่องจากการวัดความเชื่อด้านความรู้ ในโดเมนวิทยาศาสตร์ และแนวคิดของ Gunes & Bati (2018) เนื่องจากการวัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของครู นอกจากนั้นข้อคำถามที่พัฒนาขึ้นยังครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีฐานวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) โดยวิธีการที่บุคคลระบุความรู้ออกมาได้ (ธรรมชาติของความรู้) วิธีการที่บุคคลใช้ในการแสวงหาความรู้ (ธรรมชาติของการแสวงหาความรู้)
3. ดำเนินการสร้างข้อคำถาม และแบบสอบถามฉบับร่าง โดยมีลักษณะเป็นมาตรประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ
4. นำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุง แก้ไขในเบื้องต้น ในเรื่องความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมกับนิยามตัวแปรที่กำหนด
5. ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดด้านความตรง และด้านความเที่ยงของเครื่องมือ

การตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีการตรวจสอบคุณภาพ 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ดังนี้

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ผู้วิจัยนำเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างข้อความถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการในแต่ละตัวแปร โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) ผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณสมบัติ ดังนี้ (1) ผู้ทรงคุณวุฒิการสอนวิทยาศาสตร์ และศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิธีวิทยาการวิจัยและวัดผลการศึกษา จำนวน 1 ท่าน (3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 1 ท่าน

2. ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยการนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (tryout) กับนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัยจำนวน 106 คน เพื่อนำมาพิจารณาปรับปรุงเครื่องมือเบื้องต้น จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคอีกครั้ง กับตัวอย่างวิจัยจำนวน 130 คน

3. ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลการวัดตัวแปรจากผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirm factor analysis) ขององค์ประกอบความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ได้มาจากตัวอย่างวิจัยจำนวน 130 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธี online survey โดยเก็บข้อมูล 2 รอบ ในรอบแรก เก็บข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครู (tryout) ที่มีลักษณะใกล้เคียง แต่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย จำนวน 106 คน เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงเบื้องต้น ในรอบที่สอง เก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตชั้นปีที่ 1 – 5 จำนวน 4 วิชาเอก คือ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ วิชาเอกเคมี และวิชาเอกชีววิทยา ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 130 คน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นผลการวิจัยด้านการพัฒนาเครื่องมือ และส่วนที่สองเป็นผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผลการพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น เป็นลักษณะแบบสอบถามมาตรฐานค่า (rating scale) 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ในเครื่องมือมีส่วนประกอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู ตอนที่ 2 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

นิยามเชิงปฏิบัติการและตัวอย่างข้อความถาม

1. **ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่ามีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา โดยองค์ประกอบนี้เป็นข้อความเชิงลบ หากผู้ตอบตอบในระดับ 5 จะต้องเปลี่ยนเป็นระดับ 1 สามารถวัดได้จากข้อความถาม 7 ข้อ

ตัวอย่างของคำถาม เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวเสมอ

2. **พัฒนาการความรู้ (development)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงการมองว่าความรู้ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

ตัวอย่างของคำถาม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้

3. **แหล่งความรู้ (source)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยองค์ประกอบนี้เป็น **ข้อคำถามเชิงลบ** หากผู้ตอบตอบในระดับ 5 จะต้องเปลี่ยนเป็นระดับ 1 สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

ตัวอย่างของคำถาม หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครูแสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด

4. **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าคุณถูกต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

ตัวอย่างของคำถาม ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์

คุณภาพของเครื่องมือ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ใช้วิธีหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) (Almanasreh, Moles & Chen, 2019; Polit & Beck, 2006) ซึ่งพิจารณาจาก 1) สัดส่วนความสอดคล้องและค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ 2) ค่าดัชนีความตรงของแบบวัด โดยในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้แปลงค่าดัชนี item-objective congruence จากค่า -1 0 +1 เป็น +1 +2 +3 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบวัดมีค่าเฉลี่ยความตรงเชิงเนื้อหารายข้อคำถาม (I-CVI; item level content validity) เท่ากับ .82 มีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด (S-CVI/UA; scale-level content validity) เท่ากับ .93 และมีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิเท่ากับ .92 รายละเอียดดังตาราง 1

แม้ว่าแบบวัดจะมีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) ผ่านเกณฑ์ทุกองค์ประกอบ แต่ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงภาษาให้สมบูรณ์ในข้อคำถามที่ ค่า I-CVI น้อยกว่า 1 (Almanasreh, Moles & Chen, 2019) และปรับปรุงให้สอดคล้องกับนิยาม และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับนิสิต นักศึกษาครูที่มีลักษณะใกล้เคียง แต่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นต่อไป

ตาราง 1 ผลการตรวจสอบเชิงเนื้อหา

ตัวอย่างข้อคำถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิ				จำนวนคนที่เห็นด้วย	I-CVI
	1	2	3	4		
ความแน่นอนของความรู้ (certainty)						
ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรผ่านการสอนแบบบรรยาย และต้องทำอะไรแบบชัดเจน (CERT3)	3	3	3	3	4	1
ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง (CERT5)	3	3	3	3	4	1
ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ (CERT7)	3	3	3	3	4	1
พัฒนาการความรู้ (DEV)						
ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ/หลักฐานใหม่ ๆ ได้ (DEV2)	3	3	3	3	4	1

ตัวอย่างข้อคำถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิ				จำนวนคนที่เห็นด้วย	I-CVI
	1	2	3	4		
บางครั้งแนวคิดวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง (DEV5)	3	2	3	3	3	0.75
แหล่งที่มาของความรู้ (SOU)						
ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก (SOU1)	3	3	2	3	3	0.75
ทุกคนต้องเชื่อเนื้อหาความรู้ที่อยู่ในหนังสือวิทยาศาสตร์(SOU2)	3	3	2	3	3	0.75
การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (JUS)						
ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ (JUS1)	3	3	3	3	4	1
ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี (JUS2)	3	3	3	3	4	1
สัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ	.99	.96	.85	1	ค่าเฉลี่ย I-CVI =.82	
ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ	.92					
ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด (S-CVI/UA)	.93					

หมายเหตุ สัดส่วนความสอดคล้อง ค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง และดัชนีความตรง S-CVI/UA คำนวณจากทุกข้อคำถามของแบบวัด

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง

หลังจากปรับปรุงข้อคำถามโดยพิจารณาจากความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) และคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน จึงนำแบบวัดความเชื่อ ฯ ที่ปรับแก้มาวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงคือ สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่ามากกว่า .50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2560)

โดยการวิเคราะห์ความเที่ยงมี 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนแรก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลกับตัวอย่างที่เป็นนิสิตนักศึกษาครูที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัยจำนวน 106 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการปรับปรุงข้อคำถาม ผลการวิจัย พบว่า ความเที่ยงทั้งฉบับ มีค่า .826 และมีความเที่ยงของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .702 - .898 ดังตารางที่ 2 และเมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Corrected Item-Total Correlation) และค่าความเที่ยงหากตัดข้อคำถามรายข้อนั้นทิ้งไป พบว่า ข้อคำถามขององค์ประกอบความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ สามารถปรับรวมกับข้อคำถามในองค์ประกอบนั้น ๆ เพื่อให้คุณภาพของเครื่องมือดีขึ้น ทำให้ข้อคำถามในองค์ประกอบความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ เหลือองค์ประกอบละ 7 ข้อ จากเดิม 8 ข้อ ขั้นตอนที่ 2 นำแบบวัดที่ปรับแก้แล้ว ไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัย จำนวน 130 คน ผลการวิจัยพบว่า ความเที่ยงทั้งฉบับ มีค่า .858 และมีความเที่ยงของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .774 - .866 ดังตาราง 2

ตาราง 2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเที่ยง

เครื่องมือวิจัย	ทดลองใช้ (n=106)		เก็บข้อมูลจริง (n=130)	
	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยง	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยง
แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ ฯ (SEB)	30	.826	28	.858
ความแน่นอนของความรู้ (Certainty)	8	.811	7	.774
พัฒนาการความรู้ (Development)	7	.898	7	.866
แหล่งความรู้ (source)	8	.702	7	.826
การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification)	7	.874	7	.777

ผลการปรับปรุงข้อความหลังจากทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัย

หลังจากทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัย ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อความก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงกับตัวอย่างวิจัย พบว่าบางข้อความควรปรับข้อความให้กระชับ และชัดเจนขึ้น ดังตาราง 3

ตาราง 3 การปรับปรุงข้อความหลังการทดลองใช้

ข้อความเดิม	คุณภาพข้อความ	การแก้ไข
ความแน่นอนทางความรู้ (certainty)		
เมื่อนักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะมีคำอธิบายที่ถูกต้องได้แบบเดียว (CERT1)	- มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .345 - หากตัดข้อความนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้นจาก .811 เป็น .815	คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว
ฉันไม่ชอบปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีคำตอบไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ (CERT8)	- มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .384 - มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .387	ตัดข้อรายการนี้ออก และนำประเด็นในข้อนี้ไปเพิ่มในข้อความ (CERT3)
พัฒนาการความรู้ (development)		
การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ แม้ไม่ได้คำตอบที่แน่ชัด ไม่ถือเป็นเรื่องที่เสียเวลา (DEV7)	- ข้อความนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .507 - หากตัดข้อความนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วนพัฒนาการความรู้ สูงขึ้นจาก .898 เป็น .921	การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด
แหล่งที่มาของความรู้ (source)		
ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก (SOU1)	- มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .467 - มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .348 - ความเที่ยงเหมาะสม	ทุกคน ต้อง เชื่อ ใน ทุก ความ รู้ ที่ นักวิทยาศาสตร์บอก
เมื่อฉันอ่านความรู้บางอย่างเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถบอกได้ว่าเรื่องไหนคือเรื่องจริง (SOU6)	- มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .203 - ข้อความนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .187 - หากตัดข้อความนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วนพัฒนาการความรู้ สูงขึ้นจาก .702 เป็น .714	ตัดข้อรายการนี้ออก
เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือที่ฉันไม่เข้าใจหรือสับสน ฉันยังคงเลือกสอนโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือวิทยาศาสตร์ (SOU7)	- มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .359 - ข้อความนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .187 - ความเที่ยงเหมาะสม	เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว
เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่ออาจารย์มากกว่าตนเอง เนื่องจากอาจารย์มีความรู้มากกว่า (SOU8)	- มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .246 - ข้อความนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .238 - หากตัดข้อความนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือสูงขึ้นจาก .702 เป็น .704	เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากกว่าตนเองเสมอ

ข้อคำถามเดิม	คุณภาพข้อคำถาม	การแก้ไข
การตัดสินใจเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification)		
ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม (JUT3)	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .467 - หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วนการตัดสินใจเพื่อให้ได้ความรู้ สูงขึ้นจาก .873 เป็น .874 	ฉันมักประเมินความสมเหตุสมผลของข้อมูล แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยพิจารณาจาก ค่าไค-สแควร์ (Chi-square) ที่มีความน่าจะเป็นที่มากกว่า .05 ค่าดัชนี CFI และ TLI ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 และค่า ดัชนี RMSEA และ SRMR ที่ควรมีค่าเข้าใกล้ 0 พบว่า โมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ Chi-square(3, n=130) = 3.292, $p = .348$; CFI = .998 TLI = .997, RMSEA = .027 SRMR = .182 รายละเอียดของค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวมีค่าเป็นบวก และนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกตัว โดยแหล่งความรู้มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด ($\beta = .799$) รองลงมาได้แก่ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ($\beta = .393$) ความแน่นอนของความรู้ ($\beta = .336$) พัฒนาการความรู้ ($\beta = .250$) ตามลำดับ รวมทั้งแต่ละองค์ประกอบมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประมาณร้อยละ 6.3 ถึง 63.9 รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	β	SE	R ²
ความแน่นอนของความรู้ (Certainty)	.336	.064	.113
พัฒนาการความรู้ (Development)	.250	.097	.063
แหล่งความรู้ (Source)	.799	.024	.639
การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification)	.393	.074	.155

ดัชนีความสอดคล้อง Chi-square(3, n=130) = 3.292, $p = .348$; CFI = .998 TLI = .997, RMSEA = .027, SRMR = .182

ภาพ 2 โมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู พบว่า แบบวัดมีลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ มี 4 องค์ประกอบ คือ ความแน่นอนทางความรู้ พัฒนาการของความรู้ แหล่งที่มาของความรู้ และการตัดสินใจเพื่อให้ได้ความรู้ จำนวนข้อคำถามองค์ประกอบละ 7 ข้อ รวมทั้งหมด 28 ข้อ โดยข้อคำถามขององค์ประกอบความแน่นอนทางความรู้ และแหล่งที่มาของความรู้ เป็นข้อคำถามเชิงลบ ซึ่งหากตัวอย่างวิจัยมีค่าเฉลี่ยของข้อคำถามในองค์ประกอบความแน่นอนทางความรู้ในระดับสูง จะแปลผลได้ว่า บุคคลนั้นมีความเชื่อที่ความรู้วิทยาศาสตร์ มีความแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง ความรู้วิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียว (Conley et al., 2004; Tsai et al., 2011) และความรู้วิทยาศาสตร์ถูกต้องเสมอ (Kampa et al., 2016) ส่วนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าเฉลี่ยในองค์ประกอบแหล่งที่มาของความรู้ ในระดับสูง จะแปลผลได้ว่า บุคคลนั้นมีความเชื่อว่าการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมาจากบุคคลที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน นักวิทยาศาสตร์ หรือบุคคลที่มีความรู้ (Kampa et al., 2016) ตนเองไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ (Conley et al., 2004) ดังนั้นหากต้องการวิเคราะห์ความเชื่อวิทยาศาสตร์ว่ามีซับซ้อน (sophisticated beliefs) จะต้องแปลงระดับคะแนนจากสูงไปต่ำของทั้งสององค์ประกอบนี้ก่อน

ด้านคุณภาพของเครื่องมือวัด เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพทั้งความตรง และความเที่ยง โดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ประยุกต์ใช้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) (Almanasreh, Moles & Chen, 2019; Polit & Beck, 2006) ซึ่งไม่ได้พิจารณาเพียงค่าเฉลี่ยของความตรงรายข้อ แต่ยังพิจารณาสัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ และให้ความสำคัญกับคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในส่วนเนื้อหาของตัวแปร และด้านการวัดประเมินผล ในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่า โมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้างจากผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยน้ำหนักองค์ประกอบของแหล่งความรู้ ($\beta = .799$) มีค่ามากที่สุด ซึ่งแสดงว่าตัวแปรที่สังเกตได้มีความสัมพันธ์กับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ โดยองค์ประกอบพบในเครื่องมือวัดสำหรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น แหล่งที่มาสำหรับความสามารถในการเรียนรู้ (source of ability to learn) ของ Johnson and Willoughby (2018) แหล่งที่มาและความถูกต้องของความรู้วิทยาศาสตร์ (authority and accuracy in scientific Knowledge) ของ Gunes & Bati (2018) แหล่งที่มาของความรู้ (source of knowledge) ของ Guilfoyle, McCormack, Erduran (2020) แต่เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบของการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ($\beta = .393$) ความแน่นอนของความรู้ ($\beta = .336$) พัฒนาการความรู้ ($\beta = .250$) จะเห็นได้ว่าไม่สูงมากนัก โดยข้อสังเกตจากผู้วิจัยพบว่าข้อคำถามในองค์ประกอบความแน่นอนของความรู้ และพัฒนาการความรู้ เป็นข้อคำถามทางลบ (reverse Likert-type item) ซึ่งอาจเกิดความลำเอียงในการตอบของตัวอย่างวิจัยได้ (response bias) และอาจจะส่งผลกับคุณภาพของเครื่องมือได้ (Vigil-cole, Navarro González, & Morales Vives, 2020) สอดคล้องกับการศึกษาค่าความสัมพันธ์ของข้อคำถามเชิงลบหรือตรงข้าม และข้อคำถามเชิงบวกในประเทศไทย พบว่า ผู้ตอบไม่คุ้นเคยกับวิธีการตอบคำถามที่มีทั้งประโยคเชิงบวกและเชิงลบเข้าด้วยกัน หรืออาจหมายถึงการละเลยการอ่านข้อคำถามอย่างละเอียดถี่ถ้วน (อมรรัตน์ ท่วมรุ่งโรจน์, 2560) ดังนั้นในการใช้ข้อคำถามเชิงบวกและข้อคำถามเชิงลบในแบบวัดมาตรฐานค่าชุดเดียวกันควรต้องมีการระมัดระวังในการใช้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. แบบวัดที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ และ ผู้ที่ประกอบอาชีพครูวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสม เนื่องจากการพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูในครั้งนี้ครอบคลุมบริบทครูวิทยาศาสตร์ของไทย โดยตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตนักศึกษาครู 4 วิชาเอก คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ทั่วไป แล้วนำข้อมูลมาหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยในแบบวัดมีเนื้อหาในด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของความรู้ที่ครอบคลุมความเชื่อที่สะท้อนผ่านพฤติกรรมการสอนในห้องเรียน

วิทยาศาสตร์ด้วย (เช่น เมื่อนั้นให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวเสมอ)

2. ข้อคำถามที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบที่เป็นข้อคำถามเชิงลบ จำนวน 2 องค์ประกอบ คือ ความแน่นอนทางความรู้ และแหล่งที่มาของความรู้ ดังนั้นหากนำองค์ประกอบนี้ไปใช้ มีข้อควรระวังในด้านการวิเคราะห์ข้อมูล คือ หากจะนำมาวิเคราะห์ภาพรวมของความเชื่อทางวิทยาศาสตร์จะต้องทำการแปลงระดับคะแนนของข้อคำถามก่อน และในด้านเก็บข้อมูล ควรมีค่าชี้แจงรายละเอียดของแบบวัดให้ชัดเจน เช่น หากผู้ตอบ เลือกระดับ 1 คือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อคำถาม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากผลการวิจัยในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบบางองค์ประกอบต่ำ ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะข้อคำถามเชิงลบ ได้แก่ คือ ความแน่นอนทางความรู้ และแหล่งที่มาของความรู้ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไป อาจแปลงข้อคำถามเชิงลบในองค์ประกอบความแน่นอนทางความรู้ และแหล่งที่มาของความรู้ เป็นข้อคำถามเชิงปฏิเสธ แต่ควรระวังว่าผู้ตอบอาจตีความผิดได้

2. แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาขึ้นในรูปแบบสอบถามโดยสอดคล้องกับนิสิตนักศึกษาครูในประเทศไทย และอ้างอิงแนวคิดของ 1) Hofer & Pintrich (1997) 2) Conley et al. (2004) และ 3) Gunes & Bati (2018) ซึ่งสามารถนำแบบวัดนี้ไปศึกษาต่อยอด โดยนำแบบวัดไปใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ของนิสิตนักศึกษาครู

เอกสารอ้างอิง

- กอบแก้ว สิงหนตรวัดน์ และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2555). การศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงโมโนตี เรื่องการรักษาคุณภาพของเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ Predict-Observe-Explain (POE). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 35(2), 7-15.
- มยุรฉัตร ยลวิลาศ และปาริชาติ แสนนา. (2563). การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และความเชื่อทางญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 : นวัตกรรมการเรียนรู้สู่การพัฒนาชุมชน* (น.296 -306). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วิษญาดา นวกิจบำรุง และสลา สามิภักดิ์. (2562). ความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์: ทบทวนวรรณกรรมและแนวทางการศึกษา. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(2), 300 -314.
- วิษณุกร นามมุงคุณ, ไชยพงษ์ เรื่องสุวรรณ และ Fang-Ying Yang. (2563). ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 4(1), 37-49.
- ศิริชัย กาญจนวาสี.(2560). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (classical test theory)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุปราณี จำปา (2548). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความเชื่อต่อความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิจัย และวัดผลทางการศึกษา*, 3(1), 83-97.
- อมรรัตน์ ท้วมรุ่งโรจน์. (2560). ข้อพึงระวังในการใช้แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลจากแหล่งเดียวในบริบทของประเทศเอเชียตะวันออกเฉียง. *วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ*, 6(2), 11-23.

- Almanasreh, E., Moles, R., & Chen, T. F. (2019). Evaluation of methods used for estimating content validity. *Research in social and administrative pharmacy, 15*(2), 214-221.
- Chen, J. A. (2012). Implicit theories, epistemic beliefs, and science motivation: A person-centered approach. *Learning and Individual Differences, 22*, 724-735.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology, 29*, 186–204.
- Ekinci, N. (2017). Examining the relationships between epistemological beliefs and teaching and learning conceptions of lower-secondary education teachers. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(1), 344-358.
- Fujiwara, T., Laulathaphol, P., & Phillips, B. J. (2012). Thai university students' scientific epistemic beliefs: Relationships with past learning experiences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 69*, 187-196.
- Greene, J. A., Sandoval, W. A., & Bråten, I. (2016). *Handbook of epistemic cognition*. New York: Routledge.
- Guilfoyle, L., McCormack, O., & Erduran, S. (2020). The "tipping point" for educational research: The role of pre-service science teachers' epistemic beliefs in evaluating the professional utility of educational research. *Teaching and Teacher Education, 90*, 103033.
- Gunes, G., & Bati, K. (2018). Development of a Scale on Scientific Epistemological Views and Investigation of Epistemological Views of Prospective Teachers. *International Journal of Research in Education and Science, 4*(2), 391-408.
- Hoffer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review, 13*, 353–383.
- Hoffer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research, 67*, 88–140.
- Johnson, K., & Willoughby, S. (2018). Changing epistemological beliefs with nature of science implementations. *Physical Review Physics Education Research, 14*(1), 010110-1-14.
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P., Kremera, K. (2016). Epistemological beliefs in science—a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary Educational Psychology, 46*, 81–93.
- Kitchener, R. F. (2002). Folk epistemology: An introduction. *New Ideas in Psychology, 20*(2), 89-105.
- Kizilgunes, B., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2009). Modeling the relations among students' epistemological beliefs, motivation, learning approach, and achievement. *The Journal of Educational Research, 102*, 243–255.
- Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2010). Relational analysis of college science-major students' epistemological beliefs toward science and conceptions of learning science. *International Journal of Science Education, 32*(17), 2273-2289.
- 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*, 49–79.

- Muis, K. R., Bendixen, L. D., & Haerle, F. C. (2006). Domain-generality and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18(1), 3-54.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in nursing & health*, 29(5), 489-497.
- Qian, G., Alvermann, D. E. (2000) Relationship between epistemological beliefs and conceptual change leaning. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 16(1), 59-74.
- Rongbutrsri, N., & Yuan, F. (2021). Perspective of Thai CFL teachers of ICT application in their teaching: A case study of Chiang Rai primary and secondary schools. *Journal of Education Khon Kaen University*, 44(1), 13-33.
- Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6, 293-319.
- Soper, D.S. (2022). A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models [Software]. Retrieved from <https://www.danielsoper.com/statcalc>.
- Sosu, E. M., & Gray, D. S. (2012). Investigating change in epistemic beliefs: An evaluation of the impact of student teachers' beliefs on instructional preference and teaching competence. *International Journal of Educational Research*, 53, 80-92.
- Trautwein, U., & Lüdtke, O. (2007). Epistemological beliefs, school achievement, and college major: A large-scale longitudinal study on the impact of certainty beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 348-366.
- Tsai, C. C., Jessie Ho, H. N., Liang, J.-C., & Lin, H.-M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, 21, 757-769.
- Vigil Colet, A., Navarro González, D., & Morales Vives, F. (2020). To reverse or to not reverse Likert-type items: That is the question. *Psicothema*, 32, 108-114.
- Wu, D., Liao, T., Yang, W., & Li, H. (2021). Exploring the relationships between scientific epistemic beliefs, science teaching beliefs and science-specific PCK among pre-service kindergarten teachers in China. *Early Education and Development*, 32(1), 82-97.
- Yang, F. Y., Bhagat, K. B., & Cheng, C. H. (2019) Associations of epistemic beliefs in science and scientific reasoning in university students from Taiwan and India, *International Journal of Science Education*, 41(10), 1347-1365.

ภาคผนวก

แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความแน่นอนของความรู้ (certainty)
1. ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสอนแบบบรรยาย มีแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน
2. เมื่อนักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียว
3. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว
4. ทุกข้อมูลที่ยังอ้างว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง
5. ความรู้ทุกเรื่องที่สูงงันโดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง
6. ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
7. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ
พัฒนาการความรู้ (development)
1. มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่ักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้
2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้
3. การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้
4. แม้ักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้
5. บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้
6. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้
7. การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่ชัดเจนก็ได้
แหล่งความรู้ (source)
1. ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก
2. หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด
3. เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนจะให้คำตอบที่ดีที่สุด
4. ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด
5. มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์
6. เมื่อนักเรียนต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว
7. เมื่อนักเรียนมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากกว่าตนเองเสมอ
การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)
1. ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี
3. ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม
4. บุคคลทุกคน ทุกอาชีพสามารถสร้างข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์
5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรมีหลักฐานสนับสนุนหรือตรวจสอบได้จากการทดลอง
6. ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง
7. วิธีที่ดีที่สุดที่จะรู้ว่ามีสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้อง ควรมีหลักฐานสนับสนุน